New Housing and Airport Noise

Price: $2.00

First edition 1976
Metric edition 1978
Revised 1979
Revised 1981

Prepared in cooperation with the Division of Building Research of the National Research Council of Canada.

Canada Mortgage and Housing Corporation
Société canadienne d'hypothèques et de logement

Honourable Paul Cosgrove
Minister

NHA 5185 - New Housing and Airport Noise

ERRATA

Page 21, under Operation. Winter, the last sentence should read "This should provide 0.5 air change per hour."

Final paragraph under Summer, the second-last sentence from the end should read "For a standard furnace with a circulating fan, this should provide approximately 0.5 air change per hour."

ISBN 0-660-50724-2
Cat. No. NH17-6/1981

92-05896/

New Housing and Airport Noise

A supplement to the *Site Planning Criteria*

Contents

Section A	Introduction	1
Section B	The noise problem near airports: its evaluation	3
Section C	Classification of areas adjacent to airports	5
Section D	NEF contour maps and their use	6
Section E	Adequate sound insulation	8
Table 1	Required Acoustic Insulation Factor	8
Table A	Acoustic Insulation Factor for various types of window	10
Table B	Acoustic Insulation Factor for various types of exterior wall	11
Table C	Acoustic Insulation Factor for various ceiling-roof combinations	12
Table D	Acoustic Insulation Factor for various types of exterior doors	12
Table E	Component area percentage relative to total floor area of a room	13
Section F	Design advice	14
Appendix A	Calculating Acoustic Insulation Factor from laboratory data	16
Appendix B	Derivation of Table 1	19
Appendix C	Associated ventilation needs	20
Appendix D	Adjustments to the basic calculation of required AIF	22
Appendix E	Examples	24
	Selected bibliography	31

Section A
Introduction

1. Public concern
There is a growing awareness of the noise problems associated with airport operations due to an increase in air traffic and the development of land near existing airports. Public concern about aircraft noise, as with other environmental problems, manifests itself in an increasing number of complaints and in growing public debate.

2. Land-use control
Municipal, Provincial and Federal Governments are involved in the ownership and operation of airports and in the control of land use and development of adjacent areas. Canada Mortgage and Housing Corporation has no authority to control the use of land for residential purposes — such authority lies with the provinces and municipalities. It is the responsibility of these governments to establish comprehensive compatible land-use plans for communities where aircraft noise will affect development. It is hoped that the criteria used by the Corporation to define the recommendations contained in this publication will be given consideration in the preparation of such plans.

3. CMHC's general policy
As a matter of general policy the Corporation wishes to draw attention to problems associated with aircraft noise; to support methods which seek to protect residential areas against the effects of aircraft noise; to encourage the cooperation of all levels of government to develop ways of alleviating the problems associated with such noise; to discourage the construction of new residential development on sites subject to some noise exposure at a lower level.

4. CMHC's involvement
The Corporation's involvement is related to the security of its financing and to the quality of housing conditions encouraged by its financial support.

4.1 Market housing
Builders should be aware that this document is advisory in nature. There are no mandatory requirements to obtain NHA insurance.

4.2 Social housing
For public, non-profit and cooperative housing, where CMHC is providing either direct or subsidy financing, the Corporation has decided to use a number of the recommendations detailed in this document as mandatory standards. For these social housing projects the following policies are applicable.

4.2.1
- The Corporation will apply the following policy to the Noise Exposure Forecast (NEF) contour maps it has prepared (See Section D.1)

4.2.1.1
- in the upper zone, Social Housing projects shall be denied financing under the National Housing Act

4.2.1.2
- in the intermediate zone, Social Housing projects shall be denied financing under the National Housing Act unless adequate sound insulation is provided, and

4.2.1.3
- in the lower zone, the provision of adequate sound insulation is recommended. Social Housing projects shall be denied financing under the National Housing Act in the upper third of this zone, i.e. between 28 and 30 NEF, if the sound insulation proposed is substantially below that considered to be adequate.

4.2.2

- Where general aviation contours are used (See Section D.2) the Corporation's policy outlined in 4.2.1 above will apply.

4.2.3

- Where specific forecasts are not available for military airports, the "box" contours defined in Section D.2 and illustrated in Figures 6a and 6b will be used, and financing under the National Housing Act will not be available for Social Housing projects within the area defined by the box.

4.2.4

- For other types of airports (See Section D.3) the Corporation will consider the individual circumstances applicable in each case. In determining its requirements, the Corporation will, if necessary, obtain the advice of Transport Canada and the National Research Council.

4.2.5

Adequate sound insulation

- Where noise exposure factors are between 25 and 35 NEF inclusive, the Corporation recommends or requires adequate sound insulation in new dwellings (See Section E.1).
- All the appropriate components indicated in Tables A to D are the minimum acceptable to the Corporation (See Section E.2e).
- The Corporation requires alternative means of ventilation (See Section E.3).
- The Corporation recognizes there are other and more detailed methods of calculating sound insulation, and substantiated proposals based upon such other methods may be acceptable to the Corporation in lieu of proposals adhering strictly to the method of calculation outlined in this publication.

Section B

The noise problem near airports: its evaluation

1. General

Individual reaction to noise, other than noise-induced hearing loss, is subjective and varies from person to person. A noise offensive to one person might not be so to another because in assessing his annoyance the individual takes into account many factors, including intensity, frequency of occurrence, duration and level of background sound. Because of varied individual reactions to noise, any requirements designed to deal with the problems it causes have to be based on the viewpoint of the "reasonable" or "average" person.

Aircraft noise can disturb sleep, privacy, rest and communication and in so doing may be considered potentially harmful to health. The long-term cumulative impact of aircraft noise on communities in the vicinity of airports, from the standpoint of causing mental or physical illness, remains to be fully evaluated.

From the weight of present evidence, Health and Welfare Canada considers that the expected noise levels in areas not exceeding 35 NEF will not cause mental or physical illness or permanent loss of hearing. However, over the 35 NEF level the Department considers that there is some likelihood of detrimental health effects (See Bibliography No. 17).

One of the most effective alleviations of the problem of aircraft noise could undoubtedly be made at the source. Methods to reduce engine noise during take-off and landing operations are under constant study. Modern jet engines are being made quieter. However, no major breakthrough is expected in the foreseeable future in terms of a substantial reduction in the general level of noise nuisance. For although aircraft may be relatively quiet in the future, the number of flights is likely to increase.

2. Main sources of noise

Near airports, two sources of aircraft noise must be considered:

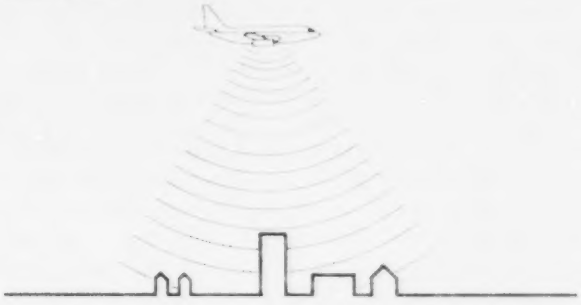


Figure 1.

a) Flyover: flyover noise which occurs under flight paths close to airports is the most serious and common problem source. As the aircraft passes, sound waves strike the house from a progression of different directions and distances. As a result, at any particular location the noise level rises to a peak and then decreases. The noise nuisance is most acute near the ends of runways.

Figure 2.

b) Ground: the noise emitted by an aircraft during operations, i.e. engine runup, taxiing and take-off, is less variable in direction than with flyover noise but is usually of longer duration. The noise nuisance is most acute in positions close to the runway or in the vicinity of the ground runup position.

3. Evaluation of noise

As problems caused by aircraft noise have become more acute a number of methods have been devised for evaluating noise exposure in the vicinity of airports. These methods, international in origin, are similar. They all combine many factors into a single number evaluation. The system currently used by Transport Canada is the Noise Exposure Forecast (NEF).

4. Noise Exposure Forecast

The calculation of NEF requires information about the types of aircraft using the airport and the noise they generate, the number of take-offs and landings on each runway, and when these take-offs and landings occur. The noise generated by each individual aircraft type is measured in effective perceived noise decibels (EPNdB).

The EPNdB value takes into account the subjectively annoying effects of the noise, including pure tones and duration. A summation is made of the noise (in EPNdB) from all aircraft types on all runways in calculating NEF values. The NEF system is used primarily to develop noise contours for areas around airports, although it can be used to provide a noise exposure value for one particular location. Figure 3 illustrates an NEF contour map for a Canadian airport of medium size. It is important to note that NEF values increase in a logarithmic manner. Thus, an increase of 10 NEF units has the effect of making the noise seem twice as loud.

Figure 3. NEF contour map

5. NEF contours

Transport Canada and the Department of National Defence have provided Noise Exposure Forecast contours for major airports in Canada. These contours are based upon the most up-to-date information available and, where possible, on expected future conditions.

Section C
Classification of areas adjacent to airports

1. General
The National Research Council has analyzed many studies which have related human annoyance, complaint and speech interference to various noise ratings. Based on these studies the Council has related Noise Exposure Forecast values to an acceptable residential environment.

2. Community reaction
Sociological surveys (see Bibliography No. 22) have indicated that adverse community reaction may start at about 25 NEF. Above 30 NEF, complaints become increasingly vigorous and may be expected to take the form of concerted group action. Above 40 NEF, legal action may be expected.

The pattern of likely community reaction has been detailed by Transport Canada (see Bibliography No. 2) as follows:

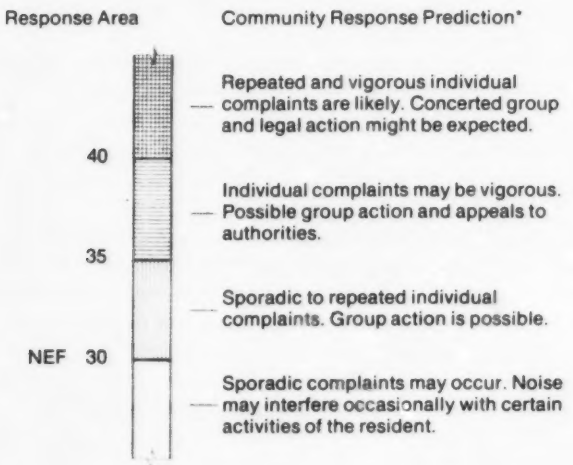


Figure 4.

3. NEF limits
Authorities must therefore expect complaints where outdoor NEF values exceed 25. Some people, however, are prepared to live where noise exposure is above this value, particularly if their dwelling provides an acceptable indoor noise environment. While it is theoretically possible to provide sufficient insulation to achieve an acceptable indoor noise environment in an area of very high outdoor noise, there is a level above which aircraft noise seriously affects living conditions no matter how much sound insulation has been applied to the actual dwelling unit.

Based particularly upon an analysis of available information with respect to scales of annoyance, complaint and the proposals and requirements of other authorities, the National Research Council considers that, with adequate sound insulation, residential development could be appropriate up to the 35 NEF level. Above this the annoyance caused by aircraft noise so seriously affects the environment that residential development should not be encouraged. This upper level will remain under constant review.

Normal construction in new residential buildings should provide an acceptable indoor noise environment up to the 25 NEF level. The evidence suggests that a broad threshold exists at the 25 NEF level above which there is an ever-increasing likelihood that normal construction will be unable to provide adequate insulation against aircraft noise. The National Research Council advises that the methods suggested in this publication for determining adequate sound insulation should be applied at the 25 NEF level and above. Transport Canada has advised the Corporation, however, that the accuracy of the NEF contours decreases with distance from the runway. While the 30 NEF contour is considered acceptable, the 25 NEF contour, because of deviations by aircraft from straight flight paths, cannot be accurately delineated. Consequently, although this contour is provided by Transport Canada and is indicated on published contour maps, it is only used to indicate in general terms where normal construction may no longer be able to provide adequate sound insulation against aircraft noise.

4. Identification of zones
The Corporation, by reference to the appropriate Transport Canada NEF contours, has identified the following zones adjacent to airports:

a) an upper zone — where NEF values are greater than 35.

b) an intermediate zone — where NEF values are between 30 and 35 inclusive.

c) a lower zone — where NEF values are between 25 and 30.

*It should be noted that the above community response predictions are generalizations based upon experience resulting from the evolutionary development of various noise exposure units used by other countries.

1. Where specific Noise Exposure Forecasts are available

For all airports for which Noise Exposure Forecast contours have been made available by Transport Canada or the Department of National Defence, the Corporation has prepared NEF contour maps and considers the following application appropriate:

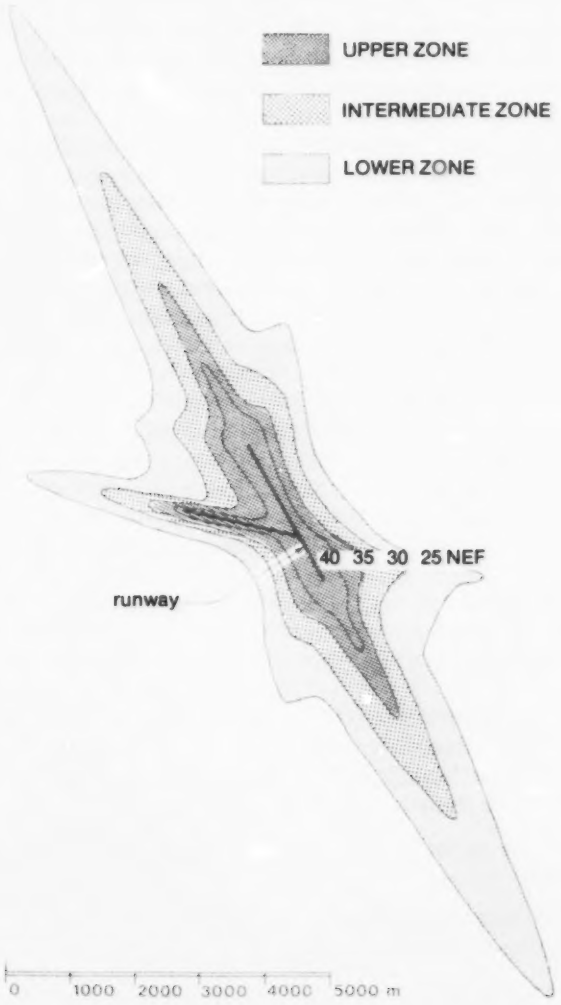


Figure 5. Noise zones where NEF contours are available

a) the upper zone is unsuitable for housing

b) the intermediate zone is unsuitable for housing unless adequate sound insulation is provided, and

c) in the lower zone, the provision of adequate sound insulation is recommended. The upper third of this zone is unsuitable for housing, i.e. between 28 and 30 NEF, when the sound insulation proposed is substantially below that considered to be adequate.

For specific airports, these maps may be obtained at the CMHC office in whose area the airport is located.

2. Where specific Noise Exposure Forecasts are not available

Specific forecasts are not available for all airports and the lack of aircraft movement data may prevent their preparation.

For CIVIL airports Transport Canada has prepared a series of general aviation contours. These contours are applied at such airports in accordance with the best advice available as coordinated by Transport Canada. The general aviation contours have the same technical base as the specific forecasts and should be used in the same way as the specific forecasts detailed in Section D.1.

For MILITARY airports the Department of National Defence considers the general aviation contours might underrate the noise generated by military operations. For these cases an appropriate alternative is related to the capability of the airport to handle jet aircraft and consequently is based on the length of the runway. Residential development should not be considered within an area related to the runway length as shown below:

Where runway length is 1500 metres or more

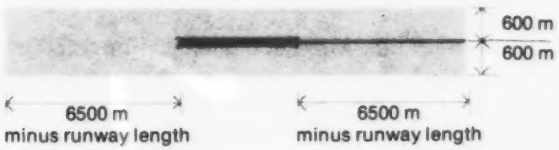


Figure 6a. Noise zone at military airports where NEF contours are not available.

a) an area extending from each end of the runway, a distance of 6500 m minus the length of the runway and laterally 600 m on each side of the centre line of the runway and its projection where the runway length is 1500 m or more.

Where runway length is less than 1500 metres

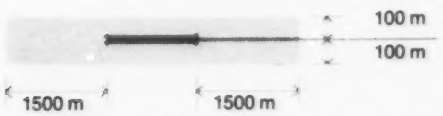


Figure 6b. Noise zone at military airports where NEF contours are not available.

b) an area extending 1500 m from each end of the runway and laterally 300 m on each side of the centre line of the runway and its projection where the runway length is less than 1500 m.

3. Other airports

New types of airports such as STOL ports are being studied. These tend to have different noise patterns and location characteristics from those of major airports. In residential development near such airports, consideration should be given to the individual circumstances applicable in each case.

4. Current status

As airport conditions change, NEF contour maps will be updated and maps may be provided for airports which now do not have them. There may also be improvements in methods of calculating and assessing noise exposure. Consequently, the Corporation will keep the above policy under constant review and will adapt and amend it as necessary.

1. General

Where noise exposure values are between 25 and 35 NEF inclusive, adequate sound insulation is recommended in new dwellings. To achieve this, the building envelope, consisting of the roof and the exterior walls, doors and windows (referred to as the building components), must be capable of reducing the outdoor noise to an acceptable indoor level. The National Research Council has developed the following method which, given the NEF for the location in question, determines the appropriate building components which will provide adequate sound insulation.

The appropriate building components for any room are selected on the basis of the Acoustic Insulation Factor (AIF). This factor, which takes account of several variables including the number of components forming the envelope of the room, provides the link between the NEF and those components which will give adequate sound insulation.

Transport Canada and the Department of National Defence provide contours at different intervals and the intermediate contours are not evenly spaced because of the logarithmic nature of the contour calculation. An appropriate method of accurately locating any of the missing contours is to determine the distance between, for example, the 25 and 30 NEF contours and if this is S, the 29 contour will be at 0.15S from the 30, the 28 at 0.33S, the 27 at 0.52S and the 26 at 0.74S. The contours between 30 and 35 can be located in the same way.

2. Method

The appropriate building components for any room in a dwelling are selected as follows:

a) determine by reference to the Corporation's NEF contour map for the airport concerned the NEF for the building location. If the location falls between two NEF values the higher value should be used.

b) determine whether the required AIF is for the components of a bedroom or other room.

c) determine the number of components which make up the exterior envelope of the room from windows, walls, ceiling-roofs and doors. It should be noted:

   (i) where the windows and exterior doors do not form part of the exterior envelope of a room (for example the front door and small adjacent window shown in Figure 12) they must be treated and included as a component of all rooms which have an opening or doorway opposite or adjacent to them.

   (ii) since the AIF is related to the total area of each type of component, the number of individual units of each type does not affect the determination of AIF. For example, 6 individual windows in a room are counted as one component and their total area is used in the calculation of AIF.

d) determine the Acoustic Insulation Factor from the following Tables:

Table 1: Required Acoustic Insulation Factor

	Bedrooms				Living/Dining/ Recreation				Kitchen/ Bathroom			
NEF	Number of Components Forming the Building Envelope											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
25	25	28	30	31	20	23	25	26	15	18	20	21
26	26	29	31	32	21	24	26	27	16	19	21	22
27	27	30	32	33	22	25	27	28	17	20	22	23
28	28	31	33	34	23	26	28	29	18	21	23	24
29	29	32	34	35	24	27	29	30	19	22	24	25
30	30	33	35	36	25	28	30	31	20	23	25	26
31	31	34	36	37	26	29	31	32	21	24	26	27
32	32	35	37	38	27	30	32	33	22	25	27	28
33	33	36	38	39	28	31	33	34	23	26	28	29
34	34	37	39	40	29	32	34	35	24	27	29	30
35	35	38	40	41	30	33	35	36	25	28	30	31

e) select the appropriate types of window, exterior wall, ceiling-roof and exterior door respectively from Tables A to D, using the AIF obtained. Where the calculated AIF does not correspond directly to an AIF value given in the table, the next higher AIF value should be used. All the appropriate components so indicated are the minimum required to provide the degree of sound insulation recommended.

   Table A — relates various types of window to AIF. Use of the table requires a calculation of the percentage of the total window area affecting a room to the total floor area of that room.

   Table B — relates various types of exterior wall construction to AIF. Use of the table requires a calculation of the percentage of total exterior wall area (less windows and doors) to total floor area.

   Table C — relates various ceiling-roof combinations to AIF.

   Table D — relates various types of exterior door to AIF. Use of the table requires a calculation of the percentage of the total door area affecting a room to the total floor area of that room.

   Table E — relates floor area to component area. Use of the table gives the percentages required in Tables A, B and D.

f) if a component is chosen whose AIF exceeds the required value by 10 or more, that component shall not be included in the number of elements when determining the AIF required for the other components of the room envelope.

Where a window or exterior door type has been determined in relation to more than one room, it shall comply with the highest insulation standard so calculated. The Tables A to D have been compiled by the National Research Council from laboratory tests on various components. They may be revised from time to time as methods and standards of construction change and as the results of a series of field tests become available and are evaluated.

3. Associated ventilation needs

The AIF values in the tables apply to closed, fully weatherstripped doors and windows. Because the noise insulation criteria cannot be met by conventional windows when they are opened to provide ventilation, alternative means of ventilation are necessary. (See Appendix C.)

4. Alternative procedures

Where a proponent wishes to give more detailed consideration to the problem of noise and the subject of sound insulation, he is advised to consult a person suitably qualified in acoustics.

Table A: Acoustic Insulation Factor for various types of window

Window area as a percentage of total floor area of room[1]															Double glazing of indicated glass thickness					Triple glazing	
4	5	6	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	Single glazing	2 mm and 2 mm glass	3 mm and 3 mm glass	4 mm and 4 mm glass	3 mm and 6 mm glass	6 mm and 6 mm glass	3 mm, 3 mm and 3 mm glass	3 mm, 3 mm and 6 mm glass
Acoustic Insulation Factor (AIF)[2]														Thickness	Interpane spacing (mm)[3]					Interpane spacing (mm)[5]	
35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	2 mm	6						
36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23		13						
37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	3 mm	15	6					
38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	4 mm, 6 mm	18	13	6				
39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26		22	16	13	6	6	6,6	
40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	9 mm[4]	28	20	16	13	13	6,10	6,6
41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28		35	25	20	16	16	6,15	6,10
42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	12 mm[4]	42	32	25	20	20	6,20	6,15
43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30		50	40	32	25	24	6,30	6,20
44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31		63	50	40	32	30	6,40	6,30
45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32		80	63	50	40	37	6,50	6,40
46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33		100	80	63	55	50	6,65	6,50
47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34		125	100	80	75	70	6,80	6,65
48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35		150	125	100	95	90	6,100	6,80
49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36			150	125	110	100		6,100
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37				150	135	125		

Source: National Research Council, Division of Building Research, June 1980.

Explanatory notes:

(1) Where the calculated percentage window area is not presented on a column heading, the nearest percentage column in the table values should be used.

(2) AIF data listed in the table are for well-fitted weatherstripped units that can be opened. The AIF values apply only when the windows are closed. For windows fixed and sealed to the frame, add three to the AIF given in the table.

(3) If the interpane spacing or glass thickness for a specific double-glazed window is not listed in the table, the nearest listed values should be used.

(4) The AIF ratings for 9 mm and 12 mm glass are for laminated glass only; for solid glass subtract two from the AIF values listed in the table.

(5) If the interpane spacings for a specific triple-glazed window are not listed in the table, use the listed case whose combined spacings are nearest the actual combined spacing.

(6) The AIF data listed in the table are for typical windows, but details of glass mounting, window seals, etc. may result in slightly different performance for some manufacturers' products. If laboratory sound transmission loss data (conforming to ASTM test method E-90) are available, these should be used to calculate the AIF.

(7) For easy reference, glazing dimensions are written in the form 2(100)2 to denote 2 mm glass (100 mm space) 2 mm glass.

Table B: Acoustic Insulation Factor for various types of exterior wall

Percentage of exterior wall area to total floor area of room												Type of Exterior Wall
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	
	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	EW1
	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	EW2
	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	EW3
	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	EW4
Acoustic	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	EW1R
Insulation	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	EW2R
Factor	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	EW3R
	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	EW5
	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	EW4R
	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	EW6
	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	EW7 or EW5R
	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	EW8

Source: National Research Council, Division of Building Research, December 1980.

Explanatory notes:

1) Where the calculated percentage wall area is not presented as a column heading, the nearest percentage column in the table should be used.
2) The common structure of walls EW1 to EW5 is composed of 12.7 mm gypsum board, vapour barrier, and 38 × 89 mm studs with 50 mm (or thicker) mineral wool or glass fibre batts in the inter-stud cavities.
3) EW1 denotes exterior wall as in Note 2), plus sheathing, plus wood siding or metal siding and fibre backer board.
   EW2 denotes exterior wall as in Note 2), plus rigid insulation (25-50 mm), and wood siding or metal siding and fibre backer board.
   EW3 denotes simulated mansard with structure as in Note 2), plus sheathing, 38 × 89 mm framing, sheathing, and asphalt roofing material.
   EW4 denotes exterior wall as in Note 2), plus sheathing and 20 mm stucco.
   EW5 denotes exterior wall as in Note 2), plus sheathing, 25 mm air space, 100 mm brick veneer.
   EW6 denotes exterior wall composed of 12.7 mm gypsum board, rigid insulation (25-50 mm), 100 mm back-up block, 100 mm face brick.
   EW7 denotes exterior wall composed of 12.7 mm gypsum board, rigid insulation (25-50 mm), 140 mm back-up block, 100 mm face brick.
   EW8 denotes exterior wall composed of 12.7 mm gypsum board, rigid insulation (25-50 mm), 200 mm concrete.
4) R signifies the mounting of the interior gypsum board on resilient clips.
5) An exterior wall conforming to rainscreen design principles and composed of 12.7 mm gypsum board, 100 mm concrete block, rigid insulation (25-50 mm), 25 mm air space, and 100 mm brick veneer has the same AIF as EW6.
6) An exterior wall described in EW1 with the addition of rigid insulation (25-50 mm) between the sheathing and the external finish has the same AIF as EW2.

Table C: Acoustic Insulation Factor for various ceiling-roof combinations

Acoustic Insulation Factor	Type of Ceiling-Roof
41	C1
44	C1R or C1D
47	C2 or C1DR
49	C3
50	C2D
52	C2DR

Source: National Research Council, Division of Building Research, December 1980.

Explanatory notes:

1) C1 denotes 12.7 mm gypsum board, 75 mm (or thicker) insulation batts, flat roof joist and beam construction, built-up roofing.
   C2 denotes 12.7 mm gypsum board, 75 mm (or thicker) insulation batts, typical wood roof truss with ventilated attic, sheathing and asphalt roofing.
   C3 denotes paint finish, 150 mm concrete slab, 50 mm rigid insulation, built-up roofing.
2) D signifies the addition of a second layer of 12.7 mm gypsum board.
   R signifies mounting the gypsum board on wood strapping or resilient clips.
   DR signifies the addition of a second layer of 12.7 mm gypsum board mounted on resilient clips.
3) Wherever possible ventilation openings to attic spaces should be in locations not directly exposed to the noise.

Table D: Acoustic Insulation Factor for various types of exterior doors

Percentage of total door area to total floor area of room										Exterior Type of Exterior Door
	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	
	30	29	28	27	26	25	24	23	22	D1
	34	33	32	31	30	29	28	27	26	D2
	36	35	34	33	32	31	30	29	28	D3
	37	36	35	34	33	32	31	30	29	D4
Acoustic	38	37	36	35	34	33	32	31	30	D5 or D1 — sd
Insulation	41	40	39	38	37	36	35	34	33	D2 — sd
Factor	43	42	41	40	39	38	37	36	35	D3 — sd
	44	43	42	41	40	39	38	37	36	D4 — sd
	45	44	43	42	41	40	39	38	37	D5 — sd
	48	47	46	45	44	43	42	41	40	D3 — D3
	50	49	48	47	46	45	44	43	42	D5 — D5

Source: National Research Council, Division of Building Research, December 1980.

Explanatory notes:

1) Where the calculated percentage door area is not presented as a column heading, the nearest percentage column in the table should be used.
2) All prime doors must be fully weatherstripped.
3) D1 denotes 44 mm hollow-core wood door (up to 20% of area glazed).
   D2 denotes 44 mm glass-fibre reinforced plastic door with foam or glass-fibre insulated core (up to 20% of area glazed).
   D3 denotes 35 mm in solid slab wood door.
   D4 denotes 44 mm steel door with foam or glass-fibre insulated core.
   D5 denotes 44 mm solid slab door.
4) sd denotes storm door of wood or aluminum with operable glazed sections. The AIF values apply when the glazed sections are closed.
5) Except as noted specifically above, doors shall not have inset glazing.

Table E: Component area percentage relative to total floor area of a room (areas in square metres)

Total area of windows, or doors or exterior walls in square metres	Total floor area of room in square metres														
	2.7 to 3.2	3.3 to 4.1	4.2 to 5.2	5.3 to 6.6	6.7 to 8.3	8.4 to 10.4	10.5 to 13.0	13.1 to 16.6	16.7 to 20.8	20.9 to 26.0	26.1 to 33.1	33.2 to 41.3	41.4 to 52.1	52.2 to 65.7	65.8 to 88.3
0.42 to 0.52	16	12.5	10	8	6.3	5	4								
0.53 to 0.66	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4							
0.67 to 0.83	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4						
0.84 to 1.04	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4					
1.05 to 1.30	40	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4				
1.31 to 1.67	50	40	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4			
1.68 to 2.04	63	50	40	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4		
2.1 to 2.6	80	63	50	40	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4	
2.7 to 3.2	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4
3.3 to 4.1	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5
4.2 to 5.2	160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3
5.3 to 6.6		160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12.5	10	8
6.7 to 8.3			160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12.5	10
8.4 to 10.4				160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12.5
10.5 to 13.0					160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16
13.1 to 16.6						160	125	100	80	63	50	40	32	25	20
16.7 to 20.8							160	125	100	80	63	50	40	32	25
20.9 to 26.0								160	125	100	80	63	50	40	32
26.1 to 33.1									160	125	100	80	63	50	40
33.2 to 41.3										160	125	100	80	63	50
41.4 to 51.2											160	125	100	80	63

Section F
Design advice

1. General

This document has referred to the fact that sound usually enters a room by more than one route; that for upstairs rooms the paths are via windows, exterior walls and ceiling-roofs; that for downstairs, the primary agents of transmission are windows, exterior walls and exterior doors, and that principal consideration should be given to the following as contributing to insulation from externally generated sound:

a) the reduction of window areas to the minimum required for adequate lighting;

b) the provision of mechanical means of ventilation to reduce the need to open windows for ventilation purposes;

c) the use of building materials with high insulation qualities. Heavy materials are usually more effective in countering sound transmission;

d) the sealing of all cracks and joints between building components. Where possible, the connections between building components should incorporate resilient fastenings. Glass should be set in resilient gaskets;

e) the incorporation of special design features where breaks occur in the exterior envelope. For example, sound baffles may be necessary in locations such as crawl space and ventilation grilles, plumbing vents, air-conditioning grilles, exhaust vents for kitchens and bathrooms, fresh-air intake grilles and chimney flues.

2. Additional considerations

The following considerations provide advice which may be useful to those concerned with providing residential accommodation sited near airports. They might be used, with advantage, where a particular room or building requires greater noise protection than normally expected. Reduction of noise nuisance may be achieved by the introduction of acoustic considerations into site layout and into other aspects of dwelling design.

a) External Shielding — the effects of noise generated from aircraft while on the runway may be reduced by introducing between the dwelling and the noise source:

Figure 7. Shielding from ground noise

(i) mounds, walls or parts of buildings not sensitive to excessive sound, and/or

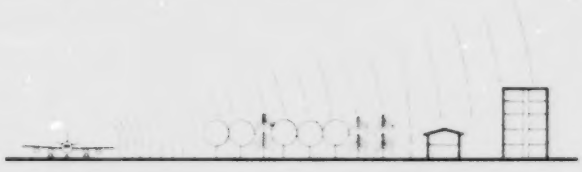


Figure 8. Absorption of ground noise

(ii) vegetation in sufficient amounts; for example, a large tract of trees around an airport, and by

(iii) careful orientation and landscaping of building groups to avoid the reflection of sound waves from facade to facade.

b) Building Layout and Orientation — within a dwelling it is possible to reduce noise levels in those rooms where noise can least be tolerated (e.g. bedrooms) by shielding them with other rooms where higher noise levels are acceptable.

Figure 9.

Thus, where flyover noise is the problem, bedrooms could, with advantage, be located below other rooms.

Figure 10.

Where ground noise is the problem, bedrooms could be located on the side of the dwelling furthest from the noise source.

c) Interior Decoration — the noise level in the interior of a dwelling can be reduced by the use of materials with sound-absorbent surfaces, such as acoustic ceilings, heavy curtain fabrics and floor carpeting. Interior doors should be kept closed and automatic closers installed.

Appendix A
Calculating Acoustic Insulation Factor from laboratory data

One major problem associated with the use of AIF ratings is the need to rate components such as doors or windows produced by various manufacturers. Tables A, B, C, and D list AIF ratings for a broad range of components, but obviously do not include all possible constructions. Also, some manufacturers' windows or doors may provide more acoustical insulation than "typical" components because of special design features such as unusually good weatherstripping.

If such products have been tested in a laboratory in accordance with ASTM method E90 for Measurement of Sound Transmission Loss, the test results can be used to calculate the AIF. A detailed procedure for calculating the AIF and method for estimating the AIF from a laboratory Sound Transmission Class (STC) are presented below.

Detailed Calculation Procedure

The difference between the outdoor Noise Exposure Forecast (NEF) and the resulting indoor NEF depends on both the transmission loss characteristic of the component and the spectral content of the noise source.

The source spectrum used for AIF calculations is given in Table A1; it is normalized to approximately 80 dBA to provide a convenient range of values for the calculation. By subtracting the Sound Transmission Loss values from the A-weighted source sound levels, the corresponding A-weighted indoor sound levels in each $\frac{1}{3}$-octave band are obtained.

Combining these $\frac{1}{3}$-octave band levels yields the overall A-weighted sound level that would be measured in a room if only that component were transmitting sound, and the component area were equal to the acoustical absorption (typically 80 per cent of room floor area). This level is subtracted from 77 dBA (a value obtained by combining the $\frac{1}{3}$-octave band source levels and correcting to allow for differences between the source sound field at an exterior facade and that in laboratory test chambers, as discussed in the reference). This gives the AIF for component area equal to 80 per cent of room floor area. For other percentages (P) of component area relative to floor area, the AIF may be calculated by subtracting 10 log (P/80) from the AIF value for 80 per cent. The calculated values should be rounded to the nearest integer.

The calculation procedure is illustrated by the example given in the worksheet in Fig. A1.

Estimating the Acoustic Insulation Factor from STC

In some cases a manufacturer or his agent may know the STC of a product, but be unable to provide the $\frac{1}{3}$-octave band Sound Transmission Loss data. This should not occur, because in order to determine the STC, one must first obtain the Sound Transmission Loss data for the $\frac{1}{3}$-octaves from 125 Hz to 4000 Hz. Laboratory reports of STC determinations consistent with the ASTM standard E413 should include this information.

If detailed sound transmission loss data are not available, the AIF can be estimated from the STC value, using Table A2 for doors and windows, or Table A3 for walls. Because the estimate tends to give slightly lower values for the AIF than are obtained from the detailed calculation, it is usually to a manufacturer's advantage to use the detailed calculation procedure.

Reference: *Acoustic Insulation Factor: A Rating for the Insulation of Buildings Against Outdoor Noise*, National Research Council, Division of Building Research. Building Research Note 148. Revised July 1980.

Table A1: Standard source spectrum for calculating Acoustic Insulation Factor (AIF)

Frequency (Hz)	Source Sound Pressure Level	A-weighted Source Sound Pressure Level
100	66.1	47
125	69.1	53
160	71.4	58
200	71.9	61
250	71.[illegible]	63
315	71.6	65
400	71.8	67
500	71.2	68
630	70.9	69
800	70.8	70
1000	70.0	70
1250	69.4	70
1600	69.0	70
2000	68.8	70
2500	68.7	70
3150	67.8	69
4000	67.0	68
5000	65.5	66

Note: Values in the second and third columns of this table are $\frac{1}{3}$-octave band sound pressure levels expressed in dB.

Table A2: Approximate conversion from STC to AIF for windows and doors

Window (or door) Area Expressed as Percentage of Room Floor Area	Acoustic Insulation Factor (AIF)
80.0	STC-5
63.0	STC-4
50.0	STC-3
40.0	STC-2
32.0	STC-1
25.0	STC
20.0	STC+1
16.0	STC+2
12.5	STC+3
10.0	STC+4
8.0	STC+5
6.3	STC+6
5.0	STC+7
4.0	STC+8

Note: For area percentages not listed in the table, use the nearest listed value.

Examples: For a window whose area = 20% of the room floor area and STC = 32, the AIF is 32 + 1 = 33.
For a window whose area = 60% of the room floor area and STC = 29, the AIF is 29 - 4 = 25.

Table A3: Approximate conversion from STC to AIF for exterior walls and ceiling-roof systems.

Exterior Wall Area Expressed as Percentage of Room Floor Area	Acoustic Insulation Factor (AIF)
200.0	STC-10
160.0	STC-9
125.0	STC-8
100.0	STC-7
80.0	STC-6
63.0	STC-5
50.0	STC-4
40.0	STC-3
32.0	STC-2
25.0	STC-1
20.0	STC
16.0	STC+1
12.5	STC+2
10.0	STC+3
8.0	STC+4

Note: For area percentages not listed in the table, use the nearest listed value.

Example: For a wall whose area = 120% of room floor area and STC = 48, the AIF is 48 - 8 = 40.

Note: For ceiling-roof systems, AIF = STC - 7.

Figure A1: Worksheet for Calculating AIF from Transmission Loss Data

Frequency (Hz)	A-weighted Source Sound Pressure Level (dB)	Sound Transmission Loss (dB)	A-weighted Indoor Sound Pressure Level (dB)	Energy Equivalent of Indoor SPL
	(A)	(B)	(C = A-B)	($D = 10^{C/10}$)
100	47	24	23	200
125	53	26	27	501
160	58	19	39	7 943
200	61	21	40	10 000
250	63	20	43	19 953
315	65	20	45	31 623
400	67	25	42	15 849
500	68	30	38	6 310
630	69	33	36	3 981
800	70	37	33	1 995
1000	70	39	31	1 259
1250	70	41	29	794
1600	70	43	27	501
2000	70	44	26	398
2500	70	45	25	316
3150	69	43	26	398
4000	68	37	31	1 259
5000	66	35	31	1 259
			Sum of values in column D:	104 539=E

Calculated indoor A-weighted sound level: $10 \log_{10}$ (E) = 50.2 = F

AIF (component area = 80% of floor area): (77 - F) = 26.8 = G

Component Area as a Percentage of Room Floor Area	Acoustic Insulation Factor (AIF)
6.3	(G + 11) = 38
8.0	(G + 10) = 37
10.0	(G + 9) = 36
12.5	(G + 8) = 35
16.0	(G + 7) = 34
20.0	(G + 6) = 33
25.0	(G + 5) = 32
32.0	(G + 4) = 31
40.0	(G + 3) = 30
50.0	(G + 2) = 29
63.0	(G + 1) = 28
80.0	(G) = 27
100.0	(G - 1) = 26
125.0	(G - 2) = 25
160.0	(G - 3) = 24

Appendix B
Derivation of Table 1

The Acoustic Insulation Factors set out in Table 1 are obtained by the following steps:

1. Take the numerical value of the NEF contour for the location under consideration.

2. To derive the sound insulation requirement for the exterior building envelope of a particular room, adjust the outdoor NEF value as follows:

   For bedrooms add 0
   For living/dining/recreation rooms deduct 5
   For kitchen/bathrooms and other rooms deduct 10

   These values of NEF + 0, NEF - 5 and NEF - 10 for the sound insulation required in the building envelope have been recommended by the National Research Council based particularly on a review of studies related to thresholds of annoyance and speech interference. They are related to acceptable indoor noise levels equivalent to NEF = 0 units for bedrooms, NEF = + 5 for living, dining and recreation rooms and NEF = + 10 for kitchens, bathrooms and other rooms. The difference of 5 units between each of the different types of accommodation allows for the desirability of reducing the noise level relative to the particular use and of having the least noise in sleeping accommodation.

3. To arrive at the sound insulation required for the individual components of the room envelope: make no adjustment to the above figures when there is 1 component, add 3 where there are 2 components, add 5 where there are 3 components, and add 6 where there are 4 components.

   These adjustments are made because, as more components are added to the exterior room envelope, the effective insulation of all components is reduced.

   The final figure is the Acoustic Insulation Factor.

To summarize:

Number of components forming the Room Envelope	AIF for		
	Bedrooms	Living/Dining/ Recreation	Kitchens/ Bathrooms
1 component	NEF	NEF - 5 = -5	NEF - 10 = -10
2 components	NEF + 3	NEF - 5 + 3 = -2	NEF - 10 + 3 = - 7
3 components	NEF + 5	NEF - 5 + 5 = 0	NEF - 10 + 5 = - 5
4 components	NEF + 6	NEF - 5 + 6 = +1	NEF - 10 + 6 = - 4

Appendix C
Associated ventilation needs

No matter what components are selected, the difference between the outdoor and indoor NEF is unlikely to exceed 20 dB if the windows are opened to provide ventilation. For residential rooms with a window opening of 0.3 m^2 (the minimum requirement of the Canadian Residential Standards), the noise reduction is typically between 10 and 20 dB, depending on the size and furnishing of the room. Obviously the noise reduction can be increased by partially closing the windows, but for sites where the NEF is greater than 25, the indoor noise limits of Table C.1 cannot be satisfied if the windows are opened appreciably. Although this does not pose a problem during the winter, the windows can only be kept closed during the summer if an alternative means of ventilation is provided. For most heavily populated areas in Canada a mechanical ventilation system would have to include air conditioning to provide reasonable comfort in the warmer months.

Insulating residential buildings against aircraft noise necessitates "alternative means of ventilation" for sites where the NEF is greater than or equal to 30. For sites where the NEF is between 25 and 30, an alternative means of ventilation is recommended, but not mandatory. In practice the phrase "alternative means of ventilation" is normally interpreted as a requirement for air conditioning.

Where it is not essential, developers may not wish to include air conditioning because of the resulting increase in the selling price or rental rate. The use of a forced-air heating system with ducting appropriate for air conditioning should be encouraged in such cases. This will permit the eventual occupants to readily add air conditioning at a later date if they find the noise admitted by opening the windows for ventilation to be unacceptable. Even without air conditioning, such a system can partially fulfil the ventilation requirements if provisions are made to exhaust the cold air return ducts to outside and suck fresh air from outside into the cold air return plenum. To minimize noise entering through the air-handling system, the inlet and outlet ducts should be designed to provide some noise attenuation. Lining the ducts with **suitable** acoustical absorption material and including at least one 90° bend in the lined segments is one example of such treatment.

Table C.1: Recommended Indoor Noise Exposure Criteria

Use of Space	Recommended Maximum Indoor NEF
Bedrooms	0
Living, Dining, Recreation	5
Kitchen, Bathroom	10

Reference: National Research Council, Division Building Research. Building Research Note 148 (Revised June 1980).

Minimum System for Mechanical Ventilation for Forced Warm Air, Fuel-Fired Systems

The following system may be considered to be the minimum acceptable to provide mechanical ventilation.

Components

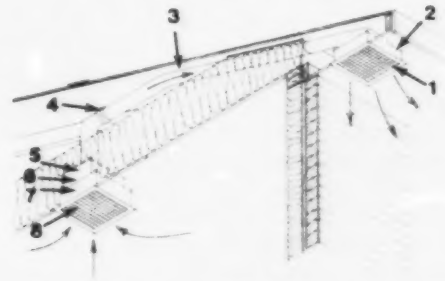
This system will comprise:

1. A fresh air inlet connecting the exterior to the cold air return plenum. (Minimum 150 mm diameter duct properly insulated, with regulating damper.)
2. A roof-ceiling exhaust fan or suitable alternative installation complete with damper and noise baffles. (Capacity for ¾ air change per hour.) It is recommended that the exhaust be located on the side of the house which is least exposed to sound.
3. A furnace with a two-speed circulating fan.
4. A manual damper located between the fresh air inlet and any cold air inlet in the main cold air return duct.

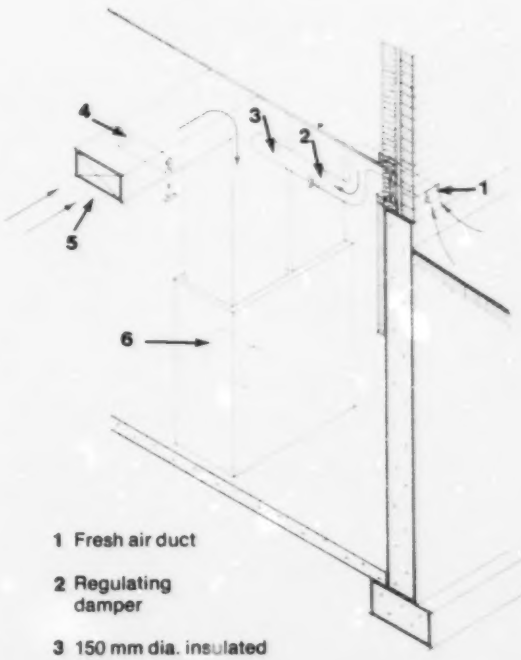
Operation

Winter — Fresh air will be drawn in through fresh air inlet to make up air lost through the chimney flue and the exhaust fan. This air is heated and distributed by the heating system. The damper on the cold air return is open. The two-speed fan on the furnace will ensure continuous operation. This should provide 1 air change per hour.

Summer — The damper on the cold air return is closed. The furnace fan will draw air through the fresh air inlet and circulate through the heating system. Stale air will escape through the chimney flue and the exhaust fan. For a standard furnace with a circulating fan, this should provide approximately five air changes per hour. It is recognized that for severe summer conditions this may not be sufficient and temporary additional ventilation by means of open windows may be necessary.



1 Exhaust vent
2 Sound alteration box
3 Insulated duct laid to slight fall to exterior
4 Flexible connection
5 Exhaust fan
6 Gasket
7 Silencer
8 Ceiling grille



1 Fresh air duct
2 Regulating damper
3 150 mm dia. insulated duct
4 Manual damper
Summer - almost closed
Winter - open
5 Cold air return
6 Circulating fan driven by 2-speed motor

Figure 11. Mechanical ventilation

Appendix D

Adjustments to the basic calculation of required AIF

It is recognized that other architectural considerations may lead to designs having some components with AIF ratings that exceed the requirements in Table 1. In such cases it is reasonable to slightly relax the AIF requirements for the other components of the building envelope. Where the AIF of any component exceeds the required AIF by 10 or more, the calculation should be repeated for the other components with the "total number of components" reduced by one. This reduction in the number of components lowers the required AIF for the others. No adjustment is made if a component's AIF exceeds the requirement by less than 10.

The most important design consideration is to ensure that the total noise reduction by the components is consistent with the desired difference between the outdoor and indoor noise exposures. The required AIF values in Table 1 indicate the average acoustical insulation required for the number of components in the exterior envelope of the room. Deviations from this average AIF are acceptable, provided the decrease in noise reduction by the weaker components is offset by a corresponding increase in noise reduction by the others. The necessary adjustments can be calculated by simply using Table D.1, as illustrated in the following example. (Note that the "average" AIF is **not** a simple arithmetic average of the component AIF values.)

Example

Consider the design for a bedroom in a house at a site where the NEF = 32. The room has three components in its exterior envelope: ceiling-roof, exterior wall and windows. From Table 1 the average required AIF is 37. If other architectural considerations led to choosing a ceiling-roof with an AIF = 50 and an exterior wall with an AIF = 43, what AIF is required for the windows?

Using Table D1, the ceiling-roof, with an AIF more than 10 points above the required average value, is rated at - 30 in the three component column, i.e., it would transmit 30 per cent less than its share of the total transmitted sound. Similarly the selected wall, which has an AIF six points above the required average value, transmits 25 per cent less than its share. The total sound transmission by these two components is thus 55 per cent less than their share. Therefore the window component may be allowed to transmit up to 55 per cent more than its share of the total, and from Table D1 its AIF rating can be 4 below the specified average value, i.e. 37 - 4 = 33.

If the same situation was evaluated using the procedure established in Section E, the windows would be required to have AIF = 35 (the value from Table 1 for a bedroom with two components; the ceiling-roof is not included).

Table D1: Adjustment to AIF

Component AIF minus Average Required AIF	Total No. of Components 2	3	4	
10 or more	-45	-30	-22	
9	-44	-29	-22	
8	-42	-28	-21	
7	-40	-27	-20	
6	-37	-25	-19	
5	-34	-23	-17	Percentage
4	-30	-20	-15	change in
3	-25	-17	-12	total trans-
2	-18	-12	- 9	mitted sound
1	-10	- 7	- 5	
0	0	0	0	
-1	13	9	6	
-2	29	20	15	
-3	50	33	25	
-4	76	50	38	
-5	108	72	54	

Worksheet for Table D1: (Using Example)

Outdoor Noise Exposure Forecast .. 32
Number of Components ..... 3 Average required AIF 37
Type of Room ..... Bedroom (from Table 1)

Component	AIF	AIF Minus Average Required AIF	Increase in Transmitted Sound
Ceiling-Roof	50	13 (more than 10)	-30 %
Exterior Wall	43	6	-25 %
Windows	33	-4	50 %
Doors	—	—	— %

Overall increase in total transmitted sound = - 5 %
(sum of column above)

Reference: National Research Council
Division of Building Research
Building Research Note 148
(Revised June 1960).

Appendix E
Examples

Worked examples are given to illustrate the method of determining the building components for adequate sound insulation of dwellings. The examples are of a bungalow, a two-storey house, a row house and an apartment all located at the 35 NEF level. The examples are given for guidance purposes only and the opportunity is taken to highlight features which require careful consideration in making the calculation.

It will be noted that there are various alternatives open to builders and architects which will fulfil the sound insulation requirements. Alternatives have not been given in the examples which follow. Designing rooms to reduce the number of components in the envelope and the ratio of window area to floor area may permit the use of components with lighter materials. Careful design may avoid potential cost increases and facilitate standardization of components. However, it should be noted that components with higher Acoustic Insulation Factors are not necessarily more costly.

In practice many of the components used in typical apartment construction have to take account of the need for greater fire protection, thermal insulation, wind resistance, etc., and as a result they may be found to have adequate acoustic insulation from aircraft noise.

Example 1 A 3-bedroom bungalow

To determine the appropriate building components for this dwelling it is necessary to undertake calculations for the dining room, the living room, the kitchen, the three bedrooms, the bathroom and the basement. Two features of the dwelling require special consideration, the living room and dining room form one large room and the rear exterior door is adjacent to the doorways of both the kitchen and the dining room.

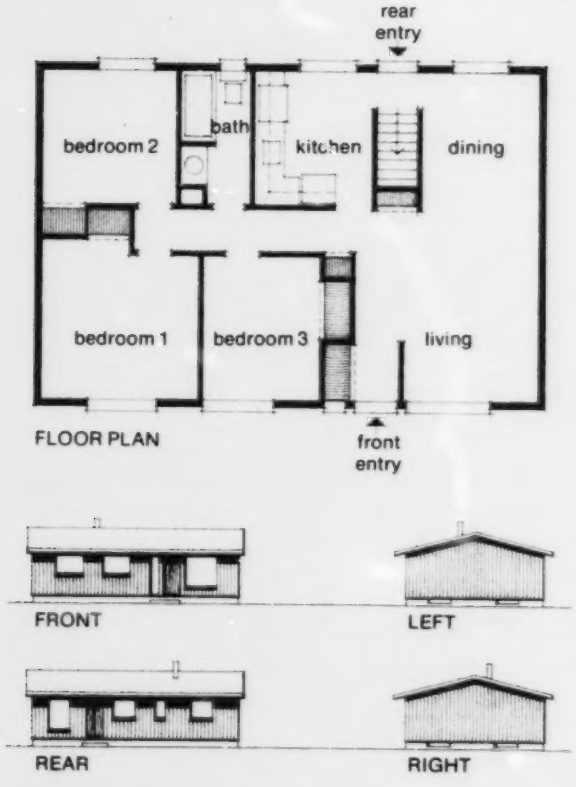


Figure 12. A 3-bedroom bungalow

Building location

35 NEF

Acoustic Insulation Factors

Dining-living room

The calculation is made for the entire area as one room. The components are:
First component: windows, including the window in the front closet.
Second component: exterior walls, measured from the back of the front closet to the rear door.
Third component: the ceiling-roof.
Fourth component: the front and rear exterior doors.
Total number of components = 4.
From Table 1: AIF = 36.

Kitchen

Components are the window, exterior wall, ceiling-roof and rear exterior door.
Total number of components = 4.
From Table 1: AIF = 31.

Bedrooms 1, 2 and 3

Each bedroom has three components — window, exterior wall and ceiling-roof.
From Table 1: AIF = 40.

Bathroom

Three components — window, exterior wall and ceiling-roof.
From Table 1: AIF = 30.

Basement

Two components — window and exterior wall.
From Table 1: AIF = 28.

Appropriate components

It is necessary at this stage to calculate the percentages of the total window area, total exterior door area and the net exposed exterior wall area. (i.e. excluding window and door areas) to the total floor area for each room. These percentages are:

Room	% Window area to total floor area	% Exterior wall area to total floor area	% Exterior door area to total floor area
Dining-living	26 (1)	110	14 (2)
Kitchen	16	72	26 (3)
Bedroom 1	15	134	—
Bedroom 2	13	155	—
Bedroom 3	22	57	—
Bathroom	20	77	—
Basement	4	27	—

Notes: (1) The window area includes the window in the front closet.
(2) The total door area is the area of the front and rear exterior doors.
(3) The total door area is the area of the rear exterior door only.

By reference to Tables A to D determine the appropriate components.

Summary

Dwelling: A 3-bedroom bungalow
Building location: NEF 35

Room	Dining-living	Kitchen	Bed-room 1	Bed-room 2	Bed-room 3	Bath-room	Base-ment
No. of components	4	4	3	3	3	3	2
Acoustic Insulation Factor (Table 1)	36	31	40	40	40	30	28
% Window to floor area	26	16	15	13	22	20	4
% Exterior wall to floor area	110	72	134	155	57	77	27
% Exterior door to floor area	14	26	—	—	—	—	—
	Appropriate components						
Windows (Table A)	2(63)2	3 mm	2(100)2	2(80)2	2(125)2	3 mm	2 mm
Exterior walls (Table B)	EW3	EW1	EW2R	EW3R	EW4	EW1	EW1
Ceiling-roof (Table C)	C1	C1	C1	C1	C1	C1	—
Exterior doors (Table D)	D2sd	D2sd	—	—	—	—	—

Example 2 A 4-bedroom two-storey detached house

To determine the appropriate building component for this dwelling it is necessary to undertake calculations for the dining room, the living room, the kitchen, the four bedrooms, the bathroom and the basement. Two features of the dwelling require special consideration: the living area and the dining area form one room and the dining room has a glazed and not a solid exterior door.

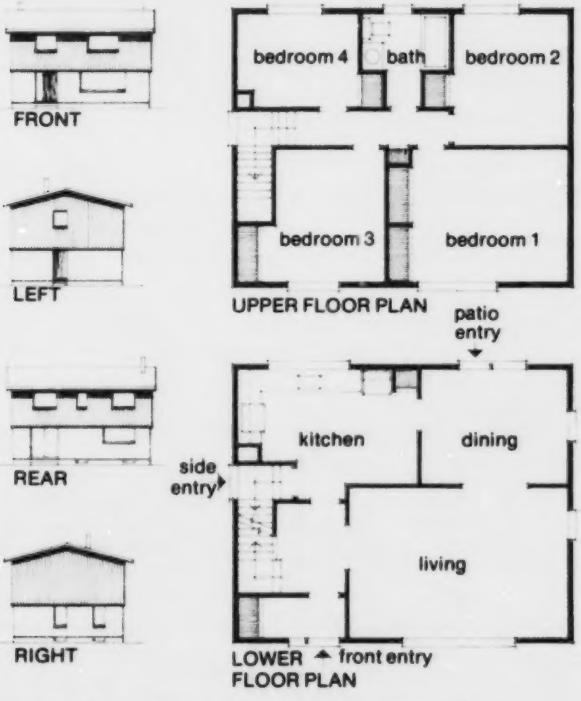


Figure 13. A 4-bedroom two-storey detached house

Building location

35 NEF

Acoustic Insulation Factors

Dining-living room

Because the exterior door in the dining room is fully glazed it is treated as a window and is included in the calculation of the percentage window area to floor area. A component is included for the front exterior door.

There are three components — window, exterior wall and exterior door.
From Table 1: AIF = 35.

Kitchen

The components are the window, exterior wall and exterior door (the latter consisting of both the front and side exterior doors). The total number of components = 3.
From Table 1: AIF = 30.

Bedrooms 1, 2, 3 and 4

Each bedroom has three components — window, exterior wall and ceiling-roof.
From Table 1: AIF = 40.

Bathroom

There are three components — window, exterior wall and ceiling-roof.
From Table 1: AIF = 30.

Basement

There are two components — window and exterior wall.
From Table 1: AIF = 28.

Appropriate components

It is necessary at this stage to calculate the percentages of the total window area, total exterior door area and the net exposed exterior wall area (i.e. excluding window and door areas) to the total floor area for each room. These percentages are:

Room	% Window area to total floor area	% Exterior wall area to total floor area	% Exterior door area to total floor area
Dining-living	29 (1)	89	8 (5)
Kitchen	22 (2)	100	23 (6)
Bedroom 1	20	100	—
Bedroom 2	22 (3)	117	—
Bedroom 3	21 (3)	100 (4)	—
Bedroom 4	31 (3)	114	—
Bathroom	22	87	—
Basement	4	20	—

Notes: (1) The window area includes the fully glazed dining room exterior door and the small window adjacent to the front exterior door.
(2) The window area includes the small window adjacent to front exterior door.
(3) The window area includes the stairwell window.
(4) The total exterior wall area includes the area of the side wall as far as the stairwell.
(5) The door area is that of the front exterior door only.
(6) The door area is that of the front and side exterior doors.

By reference to Tables A to D determine the appropriate components.

Summary

Dwelling: A 4-bedroom two-storey detached house
Building location: 35 NEF

Room	Dining-living	Kitchen	Bed-room 1	Bed-room 2	Bed-room 3	Bed-room 4	Bath-room	Base-ment
Number of components	3	3	3	3	3	3	3	2
Acoustic Insulation Factor (Table 1)	35	30	40	40	40	40	30	28
% Window to floor area	29	22	20	22	21	31	22	4
% Exterior wall to floor area	89	100	100	117	104	114	87	20
% Exterior door to floor area	8	23	—	—	—	—	—	—
Appropriate components								
Windows (Table A)	3(50)3	3(6)3	3(100)3	3(100)3	3(100)3	3(150)3	3(6)3	2 mm
Exterior walls (Table B)	EW3	EW1	EW1R	EW2R	EW1R	EW2R	EW1	EW1
Ceiling-roof (Table C)	—	—	C1	C1	C1	C1	C1	—
Exterior doors (Table D)	D1sd	D1sd	—	—	—	—	—	—

Example 3 A 3-bedroom row house

To determine the appropriate building components for this dwelling it is necessary to undertake calculations for the kitchen-dining room, the living room, the bathroom and the three bedrooms. No calculation is required for the crawl space. The front and rear exterior doors open to a hallway; each is related for calculation purposes to the adjacent room.

Figure 14. A 3-bedroom row house

Building location

35 NEF

Acoustic Insulation Factors

Living room

There are three components to this room — window, exterior wall and front exterior door.
From Table 1: AIF = 35.

Dining-kitchen

There are three components to this room — window, exterior wall and rear exterior door.
From Table 1: AIF = 35.

Bedrooms 1, 2 and 3

Each bedroom has three components — window, exterior wall and ceiling-roof.
From Table 1: AIF = 40.

Bathroom

There are three components to this room — window, exterior wall and ceiling-roof.
From Table 1: AIF = 30.

Summary

Dwelling: A 3-bedroom row house
Building location: 35 NEF

Appropriate components

It is necessary at this stage to calculate the percentage of the total window area, total exterior door area and the net exposed exterior wall area (i.e. excluding window and door areas) to the total floor area for each room. These percentages are:

Room	% Window area to total floor area	% Exterior wall area to total floor area	% Exterior door area to total floor area
Living room	17	44	11 (1)
Dining-kitchen	18	47	12 (2)
Bedroom 1	11	55	—
Bedroom 2	13	84	—
Bedroom 3	16	72	—
Bathroom	37	125	—

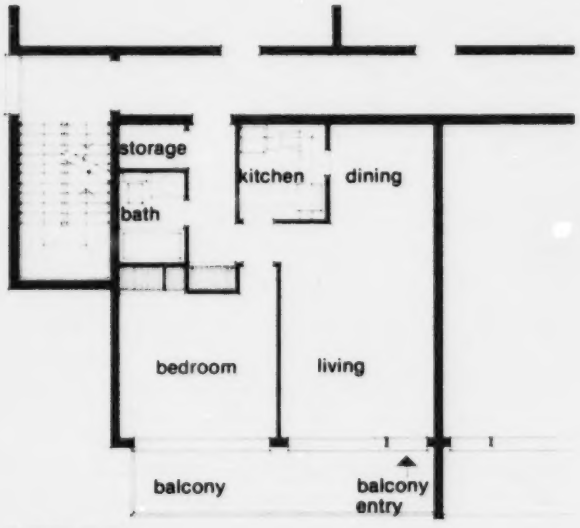
Notes: (1) The door area is the front exterior door only.
(2) The door area is the rear exterior door only.

By reference to Tables A to D determine the appropriate components.

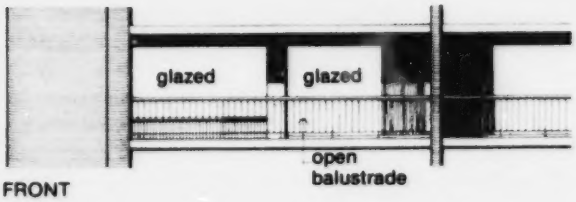
Room	Living	Dining-kitchen	Bed-room 1	Bed-room 2	Bed-room 3	Bath-room
Number of components	3	3	3	3	3	3
Acoustic Insulation Factor (Table 1)	35	35	40	40	40	35
% Window to floor area	17	18	11	13	16	37
% Exterior wall to floor area	44	47	55	84	72	125
% Exterior door to floor area	11	12	—	—	—	—
Appropriate components						
Windows (Table A)	2(35)2	2(42)2	2(63)2	2(80)2	2(100)2	2(28)2
Exterior walls (Table B)	EW1	EW2	EW4	EW4	EW4	EW1
Ceiling-roof (Table C)	—	—	C1	C1	C1	—
Exterior doors (Table D)	D2sd	D2sd	—	—	—	—

Example 4 A one-bedroom apartment

To determine the appropriate building components for this dwelling it is necessary to undertake calculations for the living room and the bedroom only, since the kitchen and the bathroom have no exterior components. The apartment, which is an end unit abutted by a stairwell, has windows across the full width of the bedroom. The living room has a solid door to the balcony.



FLOOR PLAN



FRONT

Figure 15. A one-bedroom apartment.

Building location

35 NEF

Acoustic Insulation Factors

Living-dining room

There are three components:

First component: window.
Second component: exterior wall, above the window and door.
Third component: door to balcony.
From Table 1: AIF = 35.

Bedroom

There are two components:
First component: window.
Second component: exterior wall, measured from the abutting corner of the stairwell to the living room.
From Table 1: AIF = 38.

Appropriate components

It is necessary at this stage to calculate the percentage of the total window area, total exterior door area and the net exposed exterior wall area (i.e. excluding window and door areas) to the total floor area for each room. These percentages are:

Room	% Window area to total floor area	% Exterior wall area to total floor area	% Exterior door area to total floor area
Living-dining	25	8	8
Bedroom	40	55	—

By reference to Tables A to D determine the appropriate components.

Summary

Dwelling: A one-bedroom apartment
Building location: 35 NEF

Room	Living-dining	Bedroom 1
Number of components	3	2
Acoustic Insulation Factor	35	38
% Window to floor area	25	40
% Exterior wall to floor area	8	55
% Exterior door to floor area	8	—
Appropriate components		
Windows (Table A)	2(50)2	2(150)2
Exterior walls (Table B)	EW1	EW3
Ceiling-roof (Table C)	—	—
Exterior doors (Table D)	D1sd	—

Selected bibliography

1. American Standards Association. *Individual and Community Reaction to Aircraft Noise: Present Status and Standardization Efforts.* Paper by W.J. Galloway and H.E. Von Gierke presented at the International Conference on the Reduction of Noise and Disturbance Caused by Civil Aircraft, London, November 1966.

   Review of methods of measuring community reaction to noise — CNR and NNI index. Efforts towards standardization.

2. Canada, Ministry of Transport, Canadian Air Transportation Administration, Civil Aviation Planning and Research Division. *A Division of the NCR and NEF Systems for Estimating Aircraft Noise Annoyance.* Report No. R-71-20. Ottawa: Canadian Air Transportation Administration, October 1971.

   Explanatory summary of the development of techniques for estimating noise annoyance near airports. Basic calculations for deriving CNR and NEF contours, and reasons for preferring the latter. Proposed compatible land use planning guidelines.

3. Canada, Ministry of Transport, Canadian Air Transportation Administration. *Land Use in the Vicinity of Airports.* Ottawa, December 1970. (Revised edition published 1972.)

   Suggested guidelines for compatible land use near airports, considering noise susceptibility and aircraft safety. Uses CNR ratings to define five zones.

4. Canada, National Research Council. *Noise Control in Residential Buildings.* Summary of seminar paper by T.D. Northwood, H.B. Dickens, and A.T. Hansen presented at the 1966 Annual Convention of the National Housebuilders Association. NRC 9162, Technical Paper No. 230 of the Division of Building Research. Ottawa, National Research Council, February 1967.

   Simple introduction to acoustic, layout of buildings, sound transmission through walls and floors, noise in mechanical systems.

5. Canada. National Research Council. *Sound Insulation of Some Window Construction.* By D. Olynyk, Technical Note, No. 526. Division of Building Research. Ottawa, National Research Council, November 1968.

   Outlines method for rating sound insulation of glass windows, including composite constructions.

6. Canada, National Research Council. *Acoustic Insulation Factor: A Rating for the Insulation of Buildings Against Outdoor Noise.* By J.D. Quirt, Building Research Note No. 148, Division of Building Research, National Research Council. Ottawa, Revised June 1980.

   Discusses technical background for calculation of the AIF and its application for insulation against the noise from aircraft and surface traffic.

7. Edmonton Regional Planning Commission. *Airport Study.* Edmonton, 1969.

   A guide for formulating policy on location of land use control of airports (for Edmonton). General discussion of uses compatible with airports and of pollution caused by aircraft — air, noise and crashes.

8. Great Britain, Ministry of Science. *Noise, Final Report of the Committee on the Problem of Noise (Wilson Report).* Cmnd. 2056. London: HMSO, July 1963. Reprinted 1968.

   Comprehensive report of the British approach to the noise problem. Includes results of surveys leading to formulation of NNI.

9. Great Britain, Department of Trade and Industry, Office of Population Censuses and Surveys, Social Survey Division. *Second Survey of Aircraft Noise Annoyance Around London (Heathrow) Airport.* By M.I.L. Research Ltd. London: HMSO, 1971.

   Investigates changes since the 1961 survey (for the Wilson report) as a guide to the interpretation and prediction of annoyance. Also examines attitudes to sound insulation.

10. Kryter, Karl D. *The Effects of Noise on Man.* Academic Press, New York and London, 1970. Library of U.S. Congress. Catalogue Card Number 74-117112.

    A comprehensive textbook giving a critical and historical analysis of relevant literature in the subject area. Covers all types of noise and auditive, non-auditive and subjective responses to it.

11. Los Angeles City Planning Department. *Outdoor Noise and the Metropolitan Environment Case Study of Los Angeles with Special Reference to Aircraft.* By M.C. Branch and others. University of Southern California. Los Angeles, L.A. City Planning Department, 1970.

Discusses external sources of noise pollution and means of control. Recommendations for maximum permitted noise levels — including measures at the airport boundary and for urban overflight. Rationale for overhead aircraft noise limit.

12. Los Angeles Department of Airports. *Guide to the Soundproofing of Existing Homes Against Exterior Noise.* By Wyle Laboratories Research Staff Report No. WCR 70-2. El Segundo, California, Wyle Laboratories, March 1970.

Noise control techniques and considerations. Three levels of sound insulation for various building components (of homes typical of southwest U.S.A.).

13. Los Angeles Department of Airports. *Home Soundproofing Pilot Project.* By Wyle Laboratories Research Staff Report No. WCR 70-1. El Segundo, California. Wyle Laboratories, March 1970.

Survey of owner reaction to modified acoustic insulation in twenty homes. Recommends degrees of sound insulation required for different outdoor noise levels.

14. New York City. *Towards a Quieter City.* Report of Mayor's Task Force on Noise Control. New York, N.Y. Board of Trade, 1970.

Report on all aspects of city noise, human auditory system, legislation considerations, noise level criteria.

15. Ontario, Department of Municipal Affairs. *Aircraft Noise at Toronto International Airport (Malton).* Toronto, October 9th, 1969.

Ministerial policy statement on land use around Toronto International Airport, using six zones based on CNR values.

16. Schandinishky, L. and A. Schwartz, *Life with Aircraft Noise.* Build International, April 1969, pp. 38-40. R.I.B.A., London, Eng.

Summary comparison of five subjective noise measurement methods. Recommendations for zones of land use control.

17. United Nations, International Civil Aviation Organization. *Report of the Special Meeting on Aircraft Noise in the Vicinity of Aerodromes.* Doc. 8857, NOISE (1969). Montreal ICAO, 1969.

Recommendations on criteria for measurement of aircraft noise; evaluating human tolerance; noise certification of aircraft, abatement procedures; land use control. Definitions and sizeable technical content.

18. United States, Department of Health, Education and Welfare. *Airport Noise, Sonic Booms, and Public Health.* Paper by Alexander Cohen of the Bureau of Occupational Safety and Health. Public Health Service, presented at the Society of Automotive Engineer's Conference on Aircraft and the Environment, February 1971. Extract from Part 1 Conference Proceedings.

Different adverse effects of noise are examined in the context of defining public health problems caused by exposure to aircraft noise around airports. Useful bibliography relating to health and noise.

19. United States, Department of Housing and Urban Development. *Airborne, Impact and Structure Borne Noise — Control in Multifamily Dwellings.* Prepared for the Federal Housing Administration by R.D. Berendt, G.E. Winzer, and C.B. Burroughs of the National Bureau of Standards. Washington, D.C. Government Printing Office, September 1967.

Guide to builders, etc., on sound transmission principles, noise control in building design, recommended criteria for sound insulation and sound transmission tests on various construction components.

20. United States, Department of Housing and Urban Development. *Noise Assessment Guidelines*, by Theodore J. Schultz and Nancy M. McMahon of Bolt, Beranek and Newman, Inc., under contract H1498. BBN Report No. 2176, HUD Report TE/NA 171, Washington, D.C., August 1971.

Describes a procedure by which people without technical training could make an indicative assessment of the exposure of a housing site to noise from aircraft, and road and railway traffic. The aircraft section presents a method for deriving approximate NEF contours if they are not otherwise available.

21. United States, Department of Housing and Urban Development. *Noise Assessment Guidelines — Technical Background*, by Theodore J. Schultz of Bolt, Beranek and Newman, Inc., under contract 2005 R. HUD Report No. TE/NA 172. Government Printing Office, 1972.

    The report provides reference guidance and the technical background for the booklet, *Noise Assessment Guidelines* (HUD Report TE/NA 171). Analysis of human reaction to noise is made. Technical information on the measurement, evaluation and control of urban noise is described and compared. Procedures are devised to evaluate the noise exposure at building sites.

22. United States, Department of Housing and Urban Development. *Noise in Urban and Suburban Areas*. Prepared for the Federal Housing Administration by Bolt, Beranek and Newman, Inc., Washington, D.C. Government Printing House, January 1967.

    Discusses noise sources other than aircraft. Social survey of community response to traffic noise. Tests of noise reduction properties of buildings.

23. United States, Department of Transportation Federal Aviation Administration, Office of Noise Abatement. *Noise Exposure Forecasts, Evolution, Evaluation, Extensions and Land Use Interpretations*. By William J. Galoway and Dwight E. Bishop. Final Report FAA-NO-70-9 of consultants Bolt, Beranek and Newman, Inc., to FAA under contract FA68WA-1900. Washington, D.C. August 1970.

    Summary of the evolution in U.S.A. of methods for relating aircraft noise exposure to community response, discussing CNR and NEF. Comparison with exposure indices and surveys in other countries verifying the choice of zones acceptable for various land uses at specified NEF values and NEF equations.

24. United States, National Aeronautics and Space Administration, Bio-Technology and Human Research Division. *Community Reaction to Noise*. Final report of consultants Tracor under NASA contract NASW 1549. Tracor project 253-004. Document No. T-70-AU-7454-U: 2 volumes. Austin, Texas, September 1970.

    Studies the relationship of physical, psychological and social variables with community reaction to noise, in order to develop prediction equations for annoyance and complaint. Field data from surveys under flight paths of seven U.S. international airports. Comparison of CNE, NNI, NEF.

25. United States, National Aeronautics and Space Administration. *A Study of the Optimum Use of Land Exposed to Aircraft Landing and Takeoff Noise*. Report NASA CR-410 under contract NAS 1-3697 by Arde, Inc., and Town and City, Inc., Springfield, Virginia: Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information, 1966.

    Discusses U.S. powers for application in land use control. Derives from literature: procedure for estimating exposure to noise (CNR); noise reduction requirements and costs in building components. Hypothetical case study.

26. United States, National Academy of Sciences/ National Academy of Engineering, Environmental Studies Board. *Jamaica Bay and Kennedy Airport — A Multidisciplinary Environmental Study* (Volumes I and II) by the Jamaica Bay Environmental Study Group. Washington: National Academy of Sciences, January 1971.

    Environmental implications of extending runways for Kennedy Airport, New York, into Jamaica Bay. The need for air transport, management of air traffic; competing uses for Jamaica Bay; effects of the airport; air transport policy.

Nouveaux secteurs résidentiels à proximité des aéroports

Prix : $2,00

1re édition 1976
Édition métrique 1978
Révisé 1979
Révisé 1981

Ouvrage préparé en collaboration avec la Division des recherches sur le bâtiment du Conseil national de recherches.

Société canadienne d'hypothèques et de logement

Canada Mortgage and Housing Corporation

L'honorable Paul Cosgrove
Ministre

LNH 5185 - Nouveaux secteurs résidentiels à proximité des aéroports

ERRATUM

Page 22, Paragraphe "Fonctionnement"
Sous-alinéa "Hiver"
La dernière phrase doit se lire comme suit:
"Cela permet à l'air de se renouveler 0,5 fois à l'heure."

Sous-alinéa "Eté"
L'avant-dernière phrase doit se lire comme suit:
"Pour une chaudière normale dotée d'un ventilateur de circulation, l'air devrait se renouveler 0,5 fois à l'heure."

ISBN 0-660-50724-2
N° de cat. NH17-6/1981

Nouveaux secteurs résidentiels à proximité des aéroports

Supplément aux *Critères d'aménagement du terrain*

Table des matières

Section A	Introduction	1
Section B	Le problème du bruit près des aéroports	3
Section C	Classification des secteurs situés à proximité des aéroports	5
Section D	Cartes de courbes PBP et leur utilisation	7
Section E	Insonorisation adéquate	9
Tableau 1	Cœfficient d'isolement acoustique requis	9
Tableau A	Cœfficient d'isolement acoustique pour divers genres de fenêtres	11
Tableau B	Cœfficient d'isolement acoustique pour divers genres de murs extérieurs	12
Tableau C	Cœfficient d'isolement acoustique pour diverses combinaisons de plafonds-toits	13
Tableau D	Cœfficient d'isolement acoustique pour divers genres de portes extérieures	13
Tableau E	Pourcentage de la surface constituante par rapport à la superficie du plancher d'une pièce	14
Section F	Conseils relatifs aux plans de maisons	15
Annexe A	Calcul du cœfficient d'isolement acoustique d'après les données de laboratoire	17
Annexe B	Dérivation du tableau 1	20
Annexe C	Autres exigences relatives à l'aération	21
Annexe D	Redressement du calcul de base du CIA requis	23
Annexe E	Exemples	25
	Bibliographie	34

Section A
Introduction

1. Inquiétude du public

Avec l'augmentation du trafic aérien et les aménagements de terrains aux abords des aéroports, les problèmes causés par le bruit des aéronefs deviennent de plus en plus manifestes. Un nombre croissant de plaintes et de discussions publiques témoignent de l'inquiétude du public au sujet du bruit causé par les avions et des autres problèmes d'environnement.

2. Réglementation de l'utilisation du terrain

Les administrations municipales ainsi que les gouvernements provinciaux et fédéral engagés dans la possession et l'exploitation des aéroports le sont aussi dans la réglementation relative à l'utilisation et à l'aménagement des terrains adjacents. Il n'est pas du ressort de la Société, mais plutôt de celui des provinces et des municipalités, de réglementer l'utilisation du terrain à des fins résidentielles. Il incombe à ces gouvernements d'établir des plans d'ensemble compatibles à l'égard de l'utilisation du terrain pour les collectivités qui peuvent être touchées dans leur développement par le bruit provenant d'un aéroport. Il faut espérer que les critères utilisés par la Société pour définir ces exigences, seront pris en considération dans la préparation des plans.

3. Ligne de conduite générale

La Société adopte donc comme ligne de conduite générale de signaler les problèmes que peut causer le bruit des avions; elle appuie les méthodes visant à protéger les secteurs résidentiels contre les effets du bruit provenant des avions; elle encourage la coopération à tous les paliers de gouvernement en vue de découvrir des moyens de minimiser les problèmes résultant de ce bruit; elle a pour principe de ne pas encourager la construction de nouveaux secteurs résidentiels sur des emplacements qui peuvent être exposés à un bruit intense de cette nature et elle tend à exiger une insonorisation suffisante des habitations situées sur des emplacements exposés à un certain degré d'intensité de ce bruit. L'intérêt de la Société dépend de la garantie que représentent pour elle les propriétés qu'elle finance directement, de l'assurance qu'elle accorde aux prêteurs agréés qui financent de tels projets et de la qualité des logements qu'elle favorise par son appui financier.

4. Participation de la SCHL

La SCHL joue un rôle sur le plan de la garantie du financement et de la qualité des conditions d'habitation qu'elle encourage par son soutien financier.

4.1 Habitations à caractère privé

Les constructeurs doivent savoir que ce document est écrit à titre purement indicatif. Il n'existe aucune condition obligatoire pour obtenir l'assurance de la LNH.

4.2 Habitations à caractère social

Lorsque la SCHL financera directement ou par subvention les habitations publiques sans but lucratif et les logements coopératifs, elle utilisera désormais un certain nombre de recommandations présentées dans ce document comme des normes obligatoires. Voici les lignes de conduite applicables aux projets à caractère social.

4.2.1

- La Société appliquera les lignes de conduite suivantes aux cartes PBP qu'elle a dressées (voir Section D. 1);

4.2.1.1

- Dans la zone supérieure, le financement aux termes de la Loi nationale sur l'habitation sera refusé aux projets d'habitations à caractère social;

4.2.1.2

- Dans la zone intermédiaire, le financement aux termes de la Loi nationale sur l'habitation sera refusé aux projets d'habitations à caractère social, à moins qu'une insonorisation suffisante des bâtiments soit prévue.

4.2.1.3

- Dans la zone inférieure, où une insonorisation suffisante est recommandée, la financement aux termes de la Loi nationale sur l'habitation sera refusé aux projets à caractère social dans le tiers supérieur de la zone, c'est-à-dire entre les courbes PBP 28 et 30, si l'insonorisation projetée est nettement inférieure au minimum acceptable.

4.2.2

- Avec les courbes générales d'aviation (voir Section D.2), la ligne de conduite de la Société exposée au paragraphe 4.2.1 ci-dessus s'applique.

4.2.3

- En l'absence de projections particulières pour les aéroports militaires, les courbes définies à la Section D.2 et illustrées aux figures 6a et 6b sont utilisées et le financement aux termes de la Loi nationale sur l'habitation sera refusé aux projets à caractère social dans la zone définie par le rectangle noir des figures 6a et 6b.

4.2.4

- Pour d'autres types d'aéroports (voir Section D.3), la Société étudiera les circonstances particulières de chaque cas. Pour fixer ses exigences, elle s'appuie, au besoin, sur les conseils de Transports Canada et du Conseil national de recherches.

4.2.5

Insonorisation adéquate

- Lorsque les facteurs d'exposition au bruit sont entre PBP 25 et 35 inclusivement, la Société recommande ou exige une insonorisation adéquate dans les nouvelles habitations (voir Section E.1).
- Tous les éléments appropriés indiqués dans les tableaux A à D sont les exigences minima de la Société (voir Section E.2.e).
- La Société exige l'installation d'un système de ventilation de rechange (voir Section E.3).
- La Société reconnaît qu'il existe d'autres méthodes de calcul pour l'insonorisation et des propositions bien étayées et fondées sur d'autres méthodes peuvent être acceptées par la Société au même titre que celles qui suivent strictement les règles fixées dans le présent document.

Section B

Le problème du bruit près des aéroports

1. Généralités

Autre que la perte de l'ouïe, le bruit cause des réactions variant d'une personne à l'autre. Il se peut qu'un bruit gêne une personne mais n'affecte pas une autre parce que dans son évaluation du degré de gêne, chaque personne fait entrer divers facteurs en ligne de compte, tels l'intensité du bruit, sa fréquence et sa durée. En raison des diverses réactions au bruit, toute exigence visant à diminuer les problèmes causés par le bruit doit être fondée sur le point de vue de la personne « raisonnable » ou « moyenne ».

Le désagrément causé par le bruit des avions à la vie privée, la conversation, le repos et le sommeil des individus peut être considéré comme potentiellement dangereux pour la santé. Au point de vue de la physiopathologie et de la psychopathologie, les conséquences à long terme sur la vie des communautés exposées aux bruits des avions sont encore mal connues et restent à être totalement évaluées.

Compte tenu des données actuelles de la recherche, le ministère de la Santé et du Bien-être social considère que les niveaux de bruit prévu dans les zones inférieures à 35 PBP ne causent pas de troubles mentaux ou physiologiques ni de perte irrémédiable de l'ouïe. Cependant, au-delà du niveau de 35 PBP, le Ministère considère qu'il peut y avoir des risques pour la santé (voir *Bibliographie* n° 17).

Il est clair que c'est à la source même du bruit causé par les avions que l'on pourrait apporter les solutions partielles les plus efficaces aux problèmes qui en découlent. Des méthodes visant à réduire le bruit des moteurs durant le départ et l'arrivée des avions, font l'objet d'études constantes. De nos jours, les moteurs à réaction sont plus silencieux que dans le passé, cependant il n'est pas à prévoir, dans un avenir proche, que l'on réalisera des progrès marqués se traduisant par une réduction considérable du degré général de gêne causée par le bruit car, bien que l'on construise des moteurs d'avions relativement moins bruyants, le nombre de vols ne cessera sans doute pas d'augmenter.

2. Principaux types de bruit

Près des aéroports, il faut tenir compte de deux types de bruits :

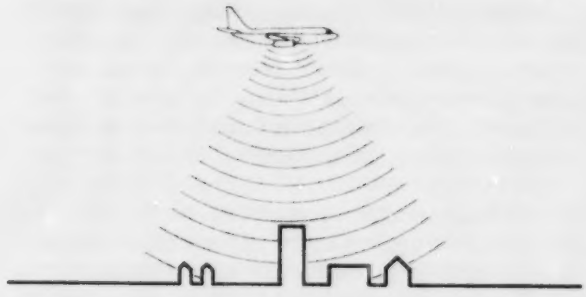


Figure 1.

a) En plein vol : c'est de loin celui qui cause le plus d'ennuis et qui constitue la source la plus commune de problèmes. Ainsi, lorsqu'un avion survole une maison, celle-ci est atteinte de toutes parts par des ondes sonores et l'intensité maximale du bruit se fait alors ressentir pour quelques instants puis s'éteint. La plus grande gêne causée par le bruit se fait ressentir surtout près des extrémités des pistes.

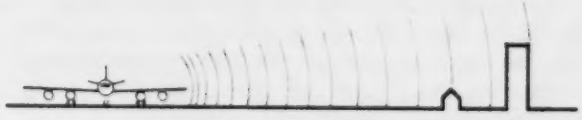


Figure 2.

b) Au sol : le bruit causé par un avion au sol, qui se déplace, effectue des essais de moteurs ou décolle, se propage d'une façon moins diffuse que lorsque l'avion est en plein vol, mais il dure habituellement plus longtemps. La gêne causée par ce bruit est plus intense à certains endroits situés près de la piste ou dans le voisinage d'un appareil effectuant des essais au sol de ses moteurs.

3. Évaluation du bruit

Vu que les problèmes causés par le bruit des avions deviennent de plus en plus aigus, on a eu recours à un certain nombre de méthodes pour évaluer la perception du bruit dans le voisinage des aéroports. Dans tous les pays du monde, ces méthodes sont similaires. Elles consistent à combiner plusieurs facteurs en une seule évaluation. Le système utilisé actuellement par Transports Canada est celui de la projection du bruit perçu (PBP).

4. Projection du bruit perçu

Le calcul de la projection du bruit perçu exige des renseignements sur les types d'avions utilisant l'aéroport en question ainsi que les bruits qu'ils produisent, la fréquence des décollages et des atterrissages sur chaque piste ainsi que l'heure où ces mouvements ont lieu. Le bruit causé par chaque type particulier d'avion est mesuré en unités de bruit réel perçu en décibels (EPNdB). La valeur EPNdB tient compte des désagréments subjectifs causés par les effets des sons purs et de leur durée. Pour le calcul des valeurs (PBP), on fait la somme du bruit mesuré en unités (EPNdB) de tous les types d'avions pour toutes les pistes d'envol. Le système PBP est employé surtout pour déterminer l'intensité du bruit dans les zones situées autour des aéroports, mais on peut également s'en servir pour déterminer la projection du bruit perçu à un endroit particulier. Comme exemple, une carte de la projection du bruit perçu dans un aéroport canadien de taille moyenne est illustrée par le dessin schématique (Fig. 3). Il est important de remarquer que les valeurs PBP augmentent selon une échelle logarithmique. Ainsi, toute augmentation de 10 unités PBP semble devoir doubler l'intensité du bruit.

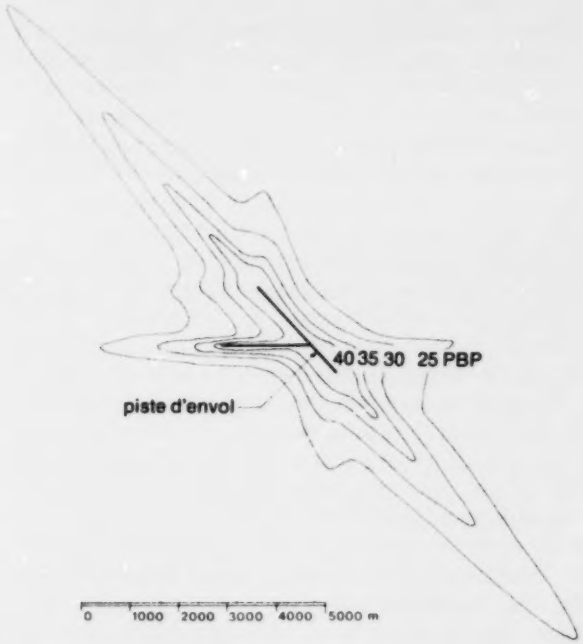


Figure 3. Carte typique PBP

5. Courbes PBP

Transports Canada et le ministère de la Défense nationale ont fourni, pour les principaux aéroports du Canada, les courbes de projection du bruit perçu. Ces courbes sont calculées d'après les renseignements les plus récents et, dans la mesure du possible, d'après l'aspect futur de l'environnement aéroportuaire.

Section C
Classification des secteurs situés à proximité des aéroports

1. Généralités

Le Conseil national de recherches a analysé un grand nombre d'études établissant une relation entre les diverses intensités de bruit, les désagréments causés aux individus, les plaintes formulées et les empêchements de parler. À la suite de ces études, le Conseil a recommandé certaines valeurs de la projection du bruit perçu comme étant acceptables pour les zones résidentielles.

2. Réaction des collectivités

Des études sociologiques (voir *Bibliographie*, n° 22) faites sur le comportement des collectivités au sujet du problème causé par le bruit indiquent qu'au niveau de la valeur de 25 PBP des plaintes peuvent être formulées. Au-delà de 30 PBP, ces plaintes se répètent et peuvent prendre la forme de débat public. Au-delà de 40 PBP, des poursuites judiciaires peuvent être intentées.

Transports Canada (voir *Bibliographie*, n° 2) a détaillé comme suit les aspects que peut prendre la réaction des collectivités face aux problèmes causés par le bruit.

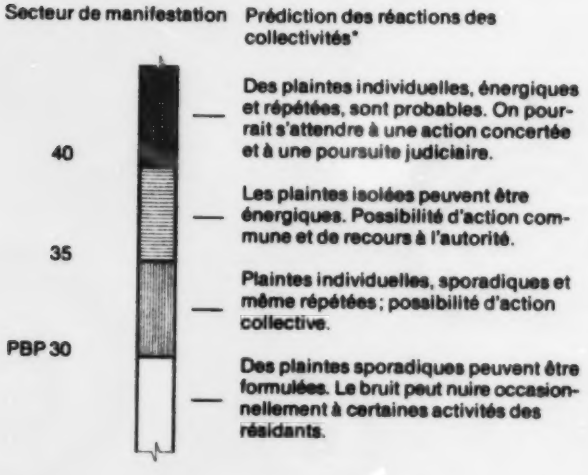


Figure 4.

3. Étalonnage des valeurs PBP

Les autorités doivent s'attendre à recevoir des plaintes si elles permettent l'aménagement d'un quartier résidentiel dans un secteur où les valeurs PBP dépassent 25. Malgré cela, certaines personnes sont disposées à habiter là où l'intensité du bruit dépasse ces valeurs et cela est particulièrement vrai si leur maison est construite de façon à maintenir à l'intérieur de l'habitation un milieu sonore viable. Bien qu'il soit théoriquement possible de prévoir un isolement acoustique suffisant pour permettre de réaliser, dans un secteur où l'intensité du bruit à l'extérieur est très élevée, un milieu sonore acceptable à l'intérieur du bâtiment, il y a un niveau au-dessus duquel le bruit d'un avion affecte gravement les conditions de vie, en dépit de la qualité d'insonorisation du bâtiment.

Tout particulièrement d'après l'analyse des renseignements disponibles, tenant compte du degré de gêne, des plaintes ainsi que des propositions et exigences des autres autorités, le Conseil national de recherches a informé la Société que l'aménagement de quartiers résidentiels pourrait être permis dans les endroits où la valeur du PBP atteint mais ne dépasse pas 35 moyennant une bonne insonorisation. Au-dessus de ce point, le désagrément causé par le bruit des avions affecte tellement les conditions de vie que tout projet d'habitation est à déconseiller. Ce niveau supérieur sera constamment sujet à révision.

*Il faudrait noter que les réactions prédites pour les collectivités dont il est question ci-dessus sont le produit d'une généralisation obtenue à partir de l'expérience acquise pour l'utilisation de diverses unités de perception du bruit dans d'autres pays.

Dans la construction de nouveaux bâtiments résidentiels, il faudrait maintenir un niveau acceptable de bruit à l'intérieur qui ne dépasse pas 25 unités PBP. Il est reconnu qu'il existe à ce niveau un vaste seuil de perception acoustique au-dessus duquel il est de plus en plus probable qu'une construction ordinaire ne permette pas d'atteindre un degré suffisant d'insonorisation contre le bruit des avions. Le Conseil national de recherches nous avise que les méthodes recommandées dans le présent supplément pour déterminer le degré suffisant d'insonorisation devraient être appliquées lorsque ces valeurs atteignent le niveau de 25 PBP et le dépassent.

Transports Canada a cependant fait savoir à la Société que la précision des valeurs PBP diminue suivant la distance qui sépare une habitation de la piste d'envol. Alors que la précision du tracé de la valeur 30 PBP est acceptable, la valeur 25 PBP, du fait que les avions s'écartent de l'axe des couloirs aériens, ne peut pas être établie d'une façon précise. En conséquence, bien que cette courbe émane de Transports Canada et soit indiquée sur des cartes, elle sert seulement à montrer où les constructions normales ne sont plus assez insonorisées contre le bruit des aéronefs.

4. Identification des zones

À l'aide des courbes de PBP appropriées établies par Transports Canada, la Société a mis en évidence les zones suivantes à proximité des aéroports :

a) une zone supérieure — où les valeurs PBP dépassent 35.

b) une zone intermédiaire — où les valeurs PBP se situent entre 30 et 35 inclusivement.

c) une zone inférieure — où les valeurs PBP se situent entre 25 et 30.

Section D
Cartes de courbes PBP — Leur utilisation

1. Lorsque les courbes précises de perception du bruit perçu ont été tracées

Pour tous les aéroports dont Transports Canada et le ministère de la Défense nationale ont fourni les courbes de projection du bruit perçu, la Société a préparé des cartes de PBP auxquelles s'appliqueront les règles suivantes :

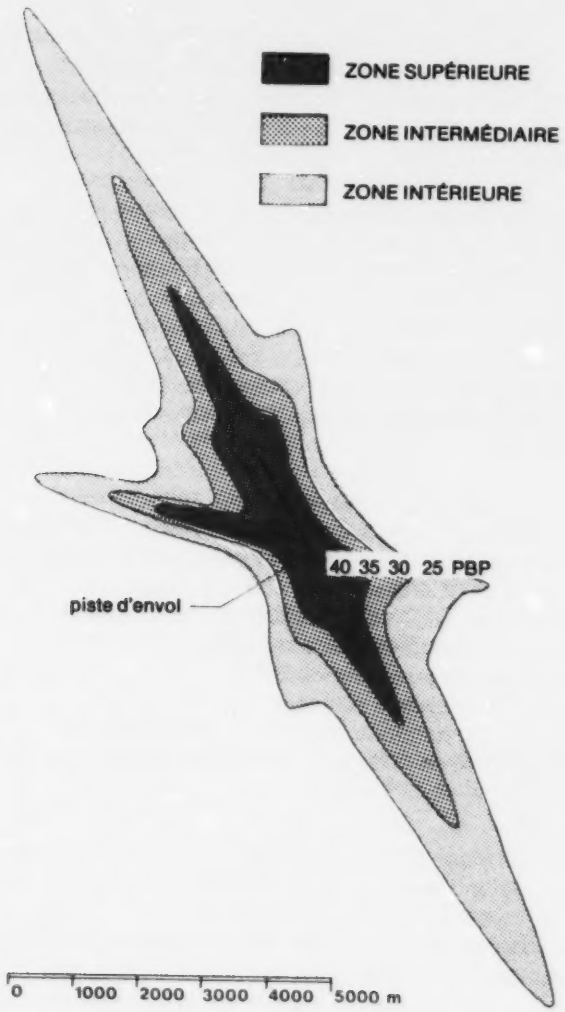


Figure 5. Zones de bruit pour lesquelles les PBP ont été tracées

a) la zone supérieure n'est pas adaptée à la construction domiciliaire ;

b) la zone intermédiaire n'est pas adaptée à la construction domiciliaire à moins qu'une insonorisation suffisante des bâtiments soit prévue ; et

c) dans la zone inférieure, une insonorisation suffisante est recommandée. La construction domiciliaire doit être évitée dans le tiers supérieur de la zone, c'est-à-dire entre les courbes PBP 28 et 30, si l'insonorisation projetée est nettement inférieure au minimum acceptable.

On peut se procurer les cartes particulières des courbes PBP pour certains aéroports au bureau local de la SCHL qui comprend l'aéroport en question dans son territoire.

2. Lorsque les courbes précises de perception du bruit perçu n'ont pas été tracées

Les courbes PBP n'ont pas été tracées pour tous les aéroports, par manque de données sur la circulation aérienne.

Pour les aéroports CIVILS, Transports Canada a préparé un schéma de courbes PBP générales, dont on se sert selon les meilleurs renseignements compilés et transmis par le ministère. Ces courbes générales sont tracées selon les mêmes techniques que les courbes particulières et doivent être utilisées comme celles définies dans la Section D.1.

Pour les aéroports MILITAIRES, le ministère de la Défense nationale considère que les courbes PBP générales ne tiendraient pas suffisamment compte de l'intensité du bruit engendré par les manœuvres militaires. Pour ces aéroports, il convient aussi de voir quelle est la capacité de l'aéroport d'accueillir les avions à réaction et, par conséquent, quelle est la longueur de la piste ; aucune construction domiciliaire ne doit être envisagée dans les zones où les pistes ont une certaine longueur, comme l'indiquent les figures suivantes :

Lorsque la longueur de la piste d'envol est égale ou supérieure à 1500 mètres

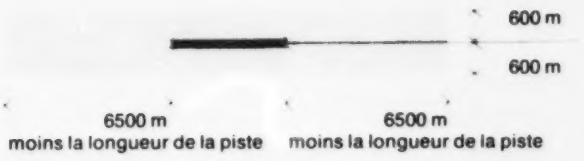


Figure 6a. Zones de bruit des aéroports militaires pour lesquels les PBP sont inexistantes.

a) lorsque la longueur de la piste est égale ou supérieure à 1500 m, la zone s'étend à 6500 m moins la longueur de la piste, au-delà des deux extrémités de la piste, et sur une largeur de 600 m de chaque côté de son axe longitudinal.

Lorsque la longueur de la piste d'envol est inférieure à 1500 mètres

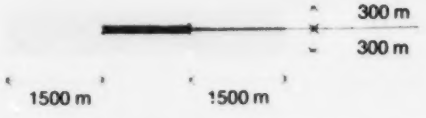


Figure 6b. Zones de bruit des aéroports militaires pour lesquels les PBP sont inexistantes.

b) lorsque la longueur de la piste est inférieure à 1500 m, la zone s'étend à 1500 m au-delà des deux extrémités de la piste et sur une largeur de 300 m de chaque côté de son axe longitudinal.

3. Les autres aéroports

De nouveaux genres d'aéroports, comme des adacports sont à l'étude. Tous ont tendance à présenter des caractéristiques différentes de celles des grands aéroports, en ce qui concerne l'emplacement et l'intensité du bruit. Pour les résidences près de ces aéroports, la Société tiendra compte des circonstances particulières à chaque cas.

4. Situation actuelle

À mesure que la situation changera dans un aéroport, les cartes particulières PBP seront mises à jour et on en dressera des nouvelles pour les aéroports où il n'en existe pas. On pourra aussi améliorer les méthodes employées pour calculer et évaluer la projection du bruit perçu. En conséquence, la Société ne cessera pas de réexaminer sa ligne de conduite énoncée ci-dessus afin de l'adapter et de la modifier selon les besoins.

Section E
Insonorisation suffisante

1. Généralités

Lorsque les cotes PBP se situent entre 25 et 35 inclusivement, la Société recommande une insonorisation suffisante des nouvelles habitations. Pour y arriver, la structure périphérique du bâtiment, c'est-à-dire le toit, les murs extérieurs, les portes et les fenêtres (qu'on appelle les éléments constituants du bâtiment) doivent pouvoir réduire l'intensité du bruit extérieur à un niveau acceptable à l'intérieur. Pour déterminer, à partir de la cote PBP d'un endroit donné, les éléments constituants en mesure d'assurer une insonorisation suffisante, le Conseil national de recherches a mis au point la méthode suivante.

Les éléments de construction appropriés pour toute pièce sont choisis d'après le cœfficient d'isolement acoustique (CIA). Ce cœfficient qui tient compte de plusieurs variables, y compris le nombre d'éléments formant la paroi de la pièce, constitue le lien entre la PBP et ces éléments de construction qui donneront une insonorisation suffisante.

Sur les cartes fournies par Transports Canada et le ministère de la Défense nationale, les courbes sont tracées à intervalles différents et les courbes intercalaires ne sont pas équidistantes, les cotes PBP étant calculées selon une échelle logarithmique. Une bonne façon de déterminer avec exactitude les courbes intercalaires consiste à calculer la distance entre, par exemple, les courbes PBP 25 et 30; si cette distance est S, la courbe 29 sera à 0,15S de la courbe 30, la courbe 28 à 0,33S, la courbe 27 à 0,52S et la courbe 26 à 0,74S. Les courbes s'échelonnant entre 30 et 35 se détermineraient de la même façon.

2. Méthode

Le choix des éléments de construction appropriés pour toute pièce dans une habitation, se fait de la façon suivante :

a) Il faut déterminer, par rapport à la carte particulière de la projection du bruit perçu que la Société possède pour l'aéroport en cause, la PBP pour l'emplacement du bâtiment. Si l'emplacement en question se situe entre deux valeurs PBP, il faudrait employer la plus élevée.

b) Il faut déterminer si le CIA doit s'appliquer aux éléments de construction d'une chambre ou à ceux d'une autre pièce.

c) Il faut déterminer le nombre d'éléments de constitution qui forment la paroi extérieure de la pièce à partir des fenêtres, des murs, des plafonds-toits et des portes. Il faudrait aussi remarquer :

   (i) que lorsque les fenêtres et les portes extérieures ne font pas partie de la paroi extérieure d'une pièce (comme par exemple la porte de devant et la petite fenêtre adjacente indiquée dans la figure 12), ces éléments doivent être traités et compris comme un élément de construction de toutes les pièces qui ont une ouverture ou une entrée opposée ou adjacente à celle-ci.

   (ii) Vu que le CIA se rapporte à toute la surface de chaque genre d'élément de construction, le nombre d'unités individuelles de chaque type d'élément n'affecte pas le calcul de celui-ci. Par exemple, six fenêtres individuelles dans une pièce sont comptées comme un seul élément et leur surface totale est employée pour le calcul du CIA.

d) Il faut déterminer le CIA d'après le tableau suivant :

Tableau 1 : Cœfficient d'isolement acoustique requis

	Chambres				Salles séjour à, manger, de jeux				Cuisine/ s. de bain			
PBP	Nombre d'éléments formant les parois du bâtiment											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
25	25	28	30	31	20	23	25	26	15	18	20	21
26	26	29	31	32	21	24	26	27	16	19	21	22
27	27	30	32	33	22	25	27	28	17	20	22	23
28	28	31	33	34	23	26	28	29	18	21	23	24
29	29	32	34	45	24	27	29	30	19	22	24	25
30	30	33	35	36	25	28	30	31	20	23	25	26
31	31	34	36	37	26	29	31	32	21	24	26	27
32	32	35	37	38	27	30	32	33	22	25	27	28
33	33	36	38	39	28	31	33	34	23	26	28	29
34	34	37	39	40	29	32	34	35	24	27	29	30
35	35	38	40	41	30	33	35	36	25	28	30	31

e) Il faut choisir les genres appropriés de fenêtres, de murs extérieurs, de plafonds-toits et de portes extérieures respectivement, à partir des tableaux A à D, en employant le CIA obtenu. Lorsque le CIA calculé ne correspond pas directement à une valeur CIA donnée dans le tableau, il faudrait utiliser la valeur CIA immédiatement supérieure. Tous les éléments de construction ainsi déterminés constituent un minimum pour obtenir le degré d'insonorisation recommandé.

Le tableau A indique le rapport entre divers genres de fenêtres et le CIA. Pour se servir de ce tableau, il faut calculer le pourcentage de toute la surface de fenêtre qui se trouve dans une pièce par rapport à la surface totale du plancher de cette pièce.

Le tableau B indique le rapport entre divers genres de constructions de murs extérieurs et le CIA. Pour utiliser le tableau, il faut calculer le pourcentage de toute la surface de mur extérieur (moins les fenêtres et les portes) par rapport à la surface totale de plancher.

Le tableau C indique le rapport entre les diverses combinaisons de plafonds-toits et le CIA.

Le tableau D indique le rapport entre divers genres de portes extérieures et le CIA. Pour se servir du tableau, il faut calculer le pourcentage de la surface totale de porte qui se trouve dans une pièce par rapport à la surface totale de plancher de cette pièce.

Le tableau E indique le rapport entre la superficie du plancher et la surface d'un élément constituant, pourcentage dont on a besoin pour lire les tableaux A, B et D.

f) Lorsqu'un élément choisi excède de 10 ou plus le cœfficient d'isolement acoustique (CIA) requis, on n'en tiendra pas compte en déterminant le CIA des autres éléments de la structure périphérique de la pièce.

Lorsqu'on a déterminé le type de porte ou de fenêtre extérieure pour plus d'une pièce, ce type doit être conforme aux normes maximales d'isolement ainsi calculées. Le Conseil national de recherches a extrait les données des tableaux A à D à partir d'épreuves de laboratoire pour divers éléments de construction. Ces données pourront être révisées au fur et à mesure que les méthodes et les normes de construction changeront et que les résultats d'une série d'essais à pied d'œuvre deviendront disponibles et seront évalués.

3. Autres exigences relatives à l'aération

Les valeurs CIA indiquées dans le tableau tiennent compte de fenêtres et de portes fermées et pourvues d'un coupe-bise. Parce qu'il n'est pas possible d'observer les critères d'insonorisation lorsque des fenêtres conventionnelles sont ouvertes à des fins d'aération, il faut un autre mode d'aération. (voir annexe C).

4. Autres procédés

Nous suggérons à tout constructeur désireux d'accorder plus d'attention aux problèmes causés par le bruit et aux méthodes à appliquer, de consulter un expert en acoustique.

Tableau A : L'isolement acoustique pour divers genres de fenêtres

% de la surface totale des fenêtres par rapport à la superficie du plancher de la pièce[1]														Double vitrage de l'épaisseur de				Triple vitrage de	
4	5	6	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	Simple vitrage	2 mm et 2 mm	3 mm et 3 mm	4 mm et 4 mm	3 mm et 6 mm	6 mm et 6 mm	3 mm, 3 mm et 3 mm	3 mm, 3 mm et 6 mm
Cœfficient d'isolement acoustique[2]														Épaisseur	Espacement entre les vitres (mm)[5]					Espacement entre les vitres (mm)[5]	
35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	2 mm	6						
36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23		13						
37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	3 mm	15	6					
38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	4 mm, 6 mm	18	13	6				
39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26		22	16	13	6	6	6,6	
40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	9 mm[4]	28	20	16	13	13	6,10	6,6
41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28		35	25	20	16	16	6,15	6,10
42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	12 mm[4]	42	32	25	20	20	6,20	6,15
43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30		50	40	32	25	24	6,30	6,20
44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31		63	50	40	32	30	6,40	6,30
45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32		80	63	50	40	37	6,50	6,40
46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33		100	80	63	55	50	6,65	6,50
47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34		125	100	80	75	70	6,80	6,65
48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35		150	125	100	95	90	6,100	6,80
49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36			150	125	110	100		6,100
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37				150	135	125		

Source : Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment, juin 1980.

Notes explicatives :

(1) Lorsque le pourcentage obtenu pour la surface totale des fenêtres ne paraît pas au tableau, il faut se reporter à la colonne du pourcentage le plus rapproché.

(2) Les valeurs CIA du tableau s'appliquent aux châssis praticables bien ajustés et munis d'un coupe-brise. Elles ne valent que si toutes les fenêtres sont fermées. Pour les fenêtres à châssis fixe scellé au cadre, ajouter trois (3) points au valeurs CIA du tableau.

(3) Si l'espacement ou l'épaisseur des vitres pour un châssis à double vitrage n'est pas indiqué au tableau, se reporter aux valeurs les plus rapprochées.

(4) Les valeurs CIA pour les vitres de 9 à 12 mm s'appliquent au verre lamellé ; pour le verre solide, soustraire deux (2) points aux valeurs CIA du tableau.

(5) Si l'espacement pour un châssis à triple vitrage n'est pas indiqué au tableau, utiliser les valeurs du tableau les plus rapprochées.

(6) Les valeurs CIA du tableau s'appliquent aux fenêtres types. Certains détails de fabrication peuvent faire varier légèrement les résultats. Si des données expérimentales sur l'atténuation du bruit (méthode ASTM E-90) sont disponibles, elles doivent servir au calcul du CIA.

(7) Pour faciliter la consultation, les dimensions des vitres sont exprimées ainsi : 2(100)2, soit vitre 2 mm (esp. 100 m) vitre 2 mm.

Tableau B : Cœfficient d'isolement acoustique pour divers genres de murs extérieurs

% de la surface du mur extérieur par rapport à la superficie du plancher de la pièce												Genre de mur extérieur
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	
	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	EW1
	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	EW2
	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	EW3
	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	EW4
Cœfficient	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	EW1R
d'isolement	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	EW2R
acoustique	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	EW3R
	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	EW5
	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	EW4R
	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	EW6
	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	EW7 ou EW5R
	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	EW8

Source : Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment, décembre 1980.

Notes explicatives :

1) Lorsque le pourcentage de la surface de mur ne paraît pas au tableau, il faudrait se reporter à la colonne de pourcentage la plus proche du pourcentage obtenu.
2) La charpente ordinaire des murs EW1 à EW5 est composée d'un panneau en plâtre de 12,7 mm, d'un pare-vapeur, de poteaux de 38 sur 89 mm et de laine minérale de 50 mm (ou davantage) ou d'un matelas de fibre de verre dans les cavités entre les poteaux.
3) EW1 désigne un mur extérieur décrit dans la Note 2), plus le revêtement, plus un parement de bois ou un parement de métal et un fond de clouage en fibre.
   EW2 désigne un mur extérieur décrit dans la Note 2), plus un matériau isolant rigide (25-50 mm) et un parement de bois ou un parement de métal et un fond de clouage en fibre.
   EW3 désigne une simili-mansarde à charpente décrite dans la Note 2), plus un revêtement, une charpente de 38 sur 89 mm, un revêtement et un matériau de toiture en asphalte.
   EW4 désigne un mur extérieur décrit à la Note 2), plus un revêtement et un stuc de 20 mm.
   EW5 désigne un mur extérieur décrit à la Note 2), plus un revêtement, plus un espace d'air de 25 mm et un placage de brique de 100 mm.
   EW6 désigne un mur extérieur composé d'un panneau en plâtre de 12,7 mm, d'un isolant rigide (25-50 mm), d'un bloc de clouage de 100 mm et d'un parement de brique de 100 mm.
   EW7 désigne un mur extérieur composé d'un panneau en plâtre de 12,7 mm, d'un isolant rigide (25-50 mm), d'un bloc de clouage de 140 mm et d'un parement de brique de 100 mm.
   EW8 désigne un mur extérieur composé d'un panneau en plâtre de 12,7 mm, d'un isolant rigide (25-50 mm) et de 200 mm de béton.
4) R désigne une finition intérieure de panneau en plâtre posée sur des agrafes élastiques.
5) Un mur extérieur conforme aux principes d'étanchéité et composé d'un panneau en plâtre de 12,7 mm, de blocs de béton de 100 mm, d'un isolant rigide (25-50 mm), d'un espace d'air de 25 mm et d'un placage de brique de 100 mm a la même valeur CIA que le mur EW6.
6) Un mur extérieur tel que décrit dans EW1 auquel on ajoute un isolant rigide (25-50 mm) entre le revêtement et le fini extérieur, a la même valeur CIA que le mur EW2.

Tableau C: Cœfficient d'isolement acoustique pour diverses combinaisons de plafonds-toits

Cœfficient d'isolement acoustique	Combinaison de plafond-toit
41	C1
44	C1R ou C1D
47	C2 ou C1DR
49	C3
50	C2D
52	C2DR

Source : Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment, décembre 1980.

Notes explicatives :

1) C1 désigne un panneau en plâtre de 12,7 mm, un matelas de laine minérale d'au moins 75 mm, une construction de toit plat à solives et à poutres et une toiture multicouche.
   C2 désigne un panneau en plâtre de 12,7 mm, un matelas de laine minérale d'au moins 75 mm, une ferme de toit typique en bois avec attique ventilé, un revêtement et une toiture d'asphalte.
   C3 désigne une finition à la peinture, une dalle de béton de 150 mm, un matériau isolant rigide de 50 mm et une toiture multicouche.
   D désigne l'addition d'un second rang de panneau en plâtre de 12,7 mm.
2) R désigne la pose du panneau en plâtre sur un fond de clouage en bois ou à l'aide d'agrafes élastiques.
   DR désigne l'addition d'un second rang de panneau en plâtre de 12,7 mm à l'aide d'agrafes élastiques.
3) Dans la mesure du possible, les évents d'entretoits ne doivent pas être placés dans des endroits directement exposés au bruit.

Tableau D : Cœfficient d'isolement acoustique pour divers genres de portes extérieures

	% de la surface totale des portes par rapport à la superficie du plancher de la pièce									
	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	Genre de porte extérieure
	30	29	28	27	26	25	24	23	22	D1
	34	33	32	31	30	29	28	27	26	D2
	36	35	34	33	32	31	30	29	28	D3
	37	36	35	34	33	32	31	30	29	D4
Cœfficient	38	37	36	35	34	33	32	31	30	D5 ou D1 — sd
d'isolement	41	40	39	38	37	36	35	34	33	D2 — sd
acoustique	43	42	41	40	39	38	37	36	35	D3 — sd
	44	43	42	41	40	39	38	37	36	D4 — sd
	45	44	43	42	41	40	39	38	37	D5 — sd
	48	47	46	45	44	43	42	41	40	D3 — D3
	50	49	48	47	46	45	44	43	42	D5 — D5

Source : Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment, décembre 1980.

Notes explicatives :

1) Lorsque le pourcentage obtenu pour la surface totale des portes ne paraît pas au tableau, il faut se reporter à la colonne du pourcentage le plus rapproché.
2) Toutes les portes permanentes doivent être munies d'un coupe-bise.
3) D1 désigne une porte de bois creuse de 44 mm (dont jusqu'à 20% de la surface est vitrée.)
   D2 désigne une porte de plastique de 44 mm renforcée de fibre de verre dont la partie creuse est isolée à l'aide de mousse ou de fibre de verre (dont 20% de la surface est vitrée).
   D3 désigne une porte de bois consistant en un panneau massif de 35 mm.
   D4 désigne une porte d'acier de 44 mm dont la partie creuse est isolée à l'aide de mousse ou de fibre de verre.
   D5 désigne une porte consistant en un panneau massif de 44 mm.
4) sd désigne une contre-porte de bois ou d'aluminium dotée de sections vitrées ouvrantes. La valeur CIA ne vaut que si la section vitrée est fermée.
5) Sauf pour ce qui est indiqué spécifiquement ci-dessus, les portes ne doivent pas avoir de vitre intercalée.

Tableau E : Pourcentage de la surface constituante par rapport à la superficie du plancher d'une pièce (surface indiquée en mètres carrés)

Surface totale des fenêtres, des portes ou des murs extérieurs en mètres carrés	Superficie du plancher en mètres carrés														
	2,7 à 3,2	3,3 à 4,1	4,2 à 5,2	5,3 à 6,6	6,7 à 8,3	8,4 à 10,4	10,5 à 13,0	13,1 à 16,6	16,7 à 20,8	20,9 à 26,0	26,1 à 33,1	33,2 à 41,3	41,4 à 52,1	52,2 à 65,7	65,8 à 88,3
0,42 à 0,52	16	12,5	10	8	6,3	5	4								
0,53 à 0,66	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4							
0,67 à 0,83	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4						
0,84 à 1,04	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4					
1,05 à 1,30	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4				
1,31 à 1,67	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4			
1,68 à 2,04	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4		
2,1 à 2,6	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4	
2,7 à 3,2	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4
3,3 à 4,1	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5
4,2 à 5,2	160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3
5,3 à 6,6		160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8
6,7 à 8,3			160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10
8,4 à 10,4				160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5
10,5 à 13,0					160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16
13,1 à 16,6						160	125	100	80	63	50	40	32	25	20
16,7 à 20,8							160	125	100	80	63	50	40	32	25
20,9 à 26,0								160	125	100	80	63	50	40	32
26,1 à 33,1									160	125	100	80	63	50	40
33,2 à 41,3										160	125	100	80	63	50
41,4 à 51,2											160	125	100	80	63

Section F

Conseils relatifs aux plans de maisons

1. Généralités

Il a déjà été mentionné dans le présent document que le son pénètre dans une pièce habituellement par plus d'une voie ; ainsi pour les chambres situées à l'étage supérieur, ces voies de transmission du son sont les fenêtres, les murs extérieurs et les plafonds-toits. Au rez-de-chaussée, les principales voies de transmission du son sont les fenêtres, les murs extérieurs et les portes extérieures. Il faut considérer ce qui suit comme les principaux moyens de protection contre le bruit provenant de l'extérieur :

a) réduire la surface des fenêtres au minimum requis pour obtenir un éclairage suffisant ;

b) installer des moyens mécaniques de ventilation afin de réduire le besoin d'ouvrir les fenêtres pour aérer ;

c) employer des matériaux de construction très insonorisants. Les matériaux denses ont habituellement un pouvoir d'insonorisation plus efficace ;

d) sceller toutes les fissures et tous les joints entre les éléments de construction du bâtiment. Exécuter autant que possible ces scellements au moyen d'agrafes élastiques. Les vitres devraient être installées dans des tringles élastiques ;

e) utiliser des dispositifs spécialement conçus quand un bris se produit dans l'enveloppe extérieure. Par exemple, il peut être nécessaire de prévoir des déflecteurs de son dans des endroits comme les vides sanitaires et les prises d'air du toit, les évents de plomberie, les grillages de climatisation, les évents d'évacuation pour la cuisine et la salle de bain, les grillages d'entrée d'air frais et les conduits de cheminée.

2. Autres considérations

Voici quelques conseils pratiques dont pourront profiter les personnes intéressées à construire des résidences près des aéroports. Ils pourront s'appliquer d'une façon avantageuse dans les cas où une pièce ou un bâtiment particulier exigerait d'être mieux insonorisé que ce qui est normalement prévu. La gêne causée par le bruit peut être réduite par l'application de considérations acoustiques dans le plan d'aménagement et autres aspects de la conception de l'habitation.

a) Protection externe — les effets du bruit produit par un avion au sol peuvent être réduits en interposant entre l'habitation et la source du bruit :

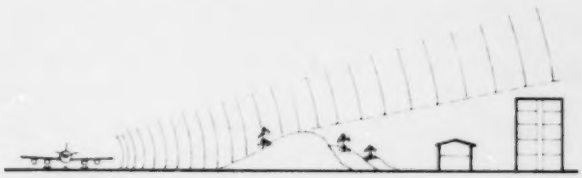


Figure 7. Protection contre les bruits produits au sol

(i) des tertres, des murs ou des parties de bâtiment non sensibles aux effets des sons intenses ou

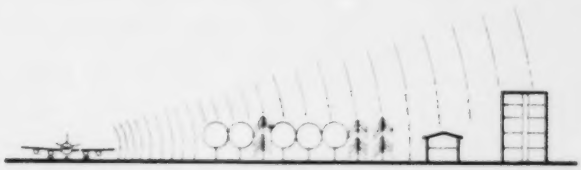


Figure 8. Absorption des bruits produits au sol

(ii) une végétation suffisante comme, par exemple, une vaste étendue d'arbres autour d'un aéroport ; et par

(iii) une bonne orientation des bâtiments et un bon aménagement paysager afin d'empêcher la réflexion des ondes sonores d'une façade à l'autre.

b) Aménagement et orientation du bâtiment — à l'intérieur d'une maison, il est possible de réduire l'intensité du bruit dans les pièces où ce bruit est le moins tolérable (e.g. les chambres) en les protégeant par une autre pièce où une plus forte intensité du bruit est acceptable.

Figure 9.

Ainsi, lorsqu'on veut protéger une pièce contre le bruit produit en vol, comme c'est le cas pour une chambre, on aurait avantage à situer cette chambre sous d'autres pièces.

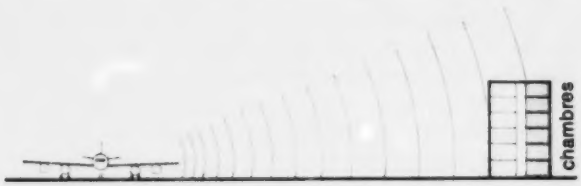


Figure 10.

S'il s'agit de se protéger contre le bruit produit au sol, les chambres pourraient être situées du côté du bâtiment qui est le plus éloigné de la source de bruit.

c) Décoration de l'intérieur — le bruit peut être atténué grâce à l'emploi de matériaux insonorisants tels que du carrelage acoustique pour les plafonds, des draperies de tissus épais et de la moquette sur le plancher. Les portes intérieures devraient rester fermées et être pourvues de systèmes de fermeture automatique.

Annexe A

Calcul du cœfficient d'isolement acoustique d'après les données de laboratoire

L'un des principaux problèmes que pose l'utilisation des valeurs de CIA provient de la nécessité d'évaluer les éléments tels que les portes ou les fenêtres produites par différents fabricants. On trouve aux tableaux A, B, C et D les valeurs de CIA pour une vaste gamme d'éléments, mais cette liste ne comprend pas toutes les constructions possibles. Les fenêtres ou les portes de certains fabricants peuvent aussi parfois être plus isolées contre le bruit que des éléments types d'isolation, du fait de certains détails de conception, par exemple un coupe-bise particulièrement efficace.

Si ces produits ont été testés en laboratoire avec la méthode ASTM E90 pour mesurer la perte de transmission du son, on peut utiliser les résultats du test pour calculer le CIA. Vous trouverez ci-dessous l'explication détaillée du calcul du CIA ainsi qu'une méthode d'estimation du CIA d'après une catégorie de transmission du son (CTS) en laboratoire.

Explication détaillée du calcul

La différence entre la projection du bruit perçu (PBP) à l'extérieur et la PBP à l'intérieur dépend à la fois du type de perte de transmission relative à l'élément et du contenu spectral de la source sonore.

Le spectre de source utilisé pour les calculs de PBP est indiqué au tableau A1; il est normalisé à environ 80 dBA afin de donner une échelle utile de valeurs pour le calcul. Si l'on soustrait les données de perte de transmission du son des niveaux pondérés de son à la source, on obtient les niveaux pondérés de son à l'intérieur dans chaque bande de tiers d'octave. La combinaison de ces niveaux par bandes de tiers d'octave donne le niveau de bruit global et pondéré qui serait obtenu dans une pièce si seulement cet élément transmettait le son et si la zone de l'élément équivalait à l'absorption du bruit (en général 80 pour 100 de la surface totale du plancher). Ce niveau est soustrait de 77 dBA (une valeur obtenue en combinant les niveaux à la source par bandes de tiers d'octave et en corrigeant en fonction des différences entre le champ du son à la source sur une façade extérieure et les chambres de tests de laboratoire, conformément à ce qui est dit en référence). Le CIA pour la zone de l'élément équivaut à 80 pour 100 de la surface totale du plancher. Pour les autres pourcentages (P) de la zone de l'élément relative à la surface de plancher, le CIA peut être obtenu en soustrayant 10 log (P/80) de la valeur CIA pour 80 pour 100. Les valeurs calculées doivent être arrondies au nombre entier le plus proche.

La méthode de calcul est illustrée par l'exemple donné sur la feuille de travail (Figure A1).

Estimation du cœfficient d'isolement acoustique à partir de la CTS

Dans certains cas, un fabricant ou son représentant peuvent savoir à quelle catégorie de transmission du son appartient un produit mais ne pas être en mesure de dire la perte de transmission du son par bandes de tiers d'octave. Cela ne devrait pas arriver parce que, pour déterminer la CTS, il faut d'abord avoir les données sur la perte de transmission du son pour les tiers d'octaves, depuis 125 Hz jusqu'à 4000 Hz. Les rapports de laboratoire pour les établissements de catégories doivent être conformes à la norme ASTM E413 et tenir compte de cette information.

Si l'on ne possède pas de données sur la perte de transmission du son, on peut estimer le CIA d'après le valeur CTS, avec le tableau A2 pour les portes et les fenêtres et le tableau A3 pour les murs. Du fait que l'estimation fait ressortir des valeurs légèrement inférieures pour le CIA que celles qui proviennent du calcul détaillé, il est habituellement dans l'intérêt du fabricant de suivre la méthode de calcul en détail.

Source : *Cœfficient d'isolement acoustique : évaluation de l'isolation des bâtiments contre le bruit de l'extérieur*, Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment, Note technique n° 148 — Recherches sur le bâtiment. (Révisé en juillet 1980.)

Tableau A1 : Spectre standard pour le calcul du Cœfficient d'isolement acoustique (CIA)

Fréquence (Hz)	Niveau de pression sonore à la source	Niveau de pression sonore à la source
100	66,1	47
125	69,1	53
160	71,4	58
200	71,9	61
250	71,6	63
315	71,6	65
400	71,8	67
500	71,2	68
630	70,9	69
800	70,8	70
1000	70,0	70
1250	69,4	70
1600	69,0	70
2000	68,8	70
2500	68,7	70
3150	67,8	69
4000	67,0	68
5000	65,5	66

Remarque : Les valeurs des deuxième et troisième colonnes du tableau ci-dessus sont les niveaux de pression sonore par bandes de tiers d'octave exprimés en dB.

Tableau A2 : Conversion approximative du CTS (STC) au CIA pour les fenêtres et les portes

Surface de fenêtre (ou porte) exprimée en pourcentage par rapport à la surface totale au plancher	Cœfficient d'isolement acoustique (CIA)
80	STC-5
63	STC-4
50	STC-3
40	STC-2
32	STC-1
25	STC
20	STC+1
16	STC+2
12,5	STC+3
10	STC+4
8	STC+5
6,3	STC+6
5	STC+7
4	STC+8

Remarque : Pour les pourcentages par rapport à la surface qui ne sont pas énumérés dans le tableau, utiliser la valeur la plus proche.

Exemples : Pour une fenêtre dont la superficie correspond à 20 pour 100 de la surface du plancher et le CTS correspond à 32, le CIA est de 32 + 1 = 33.
Pour une fenêtre dont la superficie correspond à 60 pour 100 de la surface du plancher et le CTS correspond à 29, le CIA est de 29 - 4 = 25.

Tableau A3 : Conversion approximative du CTS (STC) au CIA pour les murs extérieurs et les combinaisons de plafonds-toits.

Surface de mur extérieur exprimée en pourcentage par rapport à la surface totale du plancher	Cœfficient d'isolement acoustique (CIA)
200	STC-10
160	STC-9
125	STC-8
100	STC-7
80	STC-6
63	STC-5
50	STC-4
40	STC-3
32	STC-2
25	STC-1
20	STC
16	STC+1
12,5	STC+2
10	STC+3
8	

Remarque : Pour les pourcentages par rapport à la surface qui ne sont pas énumérés dans le tableau, utiliser la valeur la plus proche.

Exemple : Pour un mur dont la superficie correspond à 120 pour 100 de la surface du plancher et la CTS correspond à 48, le CIA est de 48 - 8 = 40.

Remarque : Pour les combinaisons de plafonds-toits, le CIA = CTS - 7.

Figure A1 : Feuille de travail pour le calcul du CIA avec les données relatives à la perte de transmission du son

Fréquence (Hz)	Niveau de pression sonore pondéré (dB)	Perte de transmission du son (dB)	Niveau de pression sonore intérieure pondéré (dB)	Énergie équivalente de NPS intérieure
	(A)	(B)	(C = A-B)	(D = $10^{C/10}$)
100	47	24	23	200
125	53	26	27	501
160	58	19	39	7 943
200	61	21	40	10 000
250	63	20	43	19 953
315	65	20	45	31 623
400	67	25	42	15 849
500	68	30	38	6 310
630	69	33	36	3 981
800	70	37	33	1 995
1000	70	39	31	1 259
1250	70	41	29	794
1600	70	43	27	501
2000	70	44	26	398
2500	70	45	25	316
3150	69	43	26	398
4000	68	37	31	1 259
5000	66	35	31	1 259
			Somme des valeurs, colonne D :	104 539=E

Niveau sonore intérieur pondéré : $10 \log_{10} (E) = \underline{50,2} = F$

CIA (surface d'élément = 80% de surface de plancher) :
(77 - F) = 26,8 = G

Surface d'élément en % par rapport à la surface du plancher	Cœfficient d'isolement acoustique (CIA)
6,3	(G + 11) = 38
6	(G + 10) = 37
10	(G + 9) = 36
12,5	(G + 8) = 35
16	(G + 7) = 34
20	(G + 6) = 33
25	(G + 5) = 32
32	(G + 4) = 31
40	(G + 3) = 30
50	(G + 2) = 29
63	(G + 1) = 28
80	(G) = 27
100	(G - 1) = 26
125	(G - 2) = 25
160	(G - 3) = 24

Annexe B
Dérivation du Tableau 1

Le calcul des cœfficients d'isolement acoustique indiqués au tableau 1 se fait de la façon suivante :

1) Prendre la valeur numérique de la PBP pour le lieu en question.

2) Pour déterminer le degré d'insonorisation requis pour la paroi extérieure d'une pièce particulière, il faut redresser la valeur PBP extérieure comme il suit :

   Pour les chambres, ajouter 0
   Pour les salles de séjour, à manger et de jeux, soustraire 5
   Pour les cuisines, salles de bain et autres pièces, soustraire 10.

   Ces valeurs de PBP + 0, PBP - 5 et PBP - 10 qui représentent le degré d'insonorisation requis pour la paroi du bâtiment, ont été recommandées par le Conseil national de recherches, surtout à la suite d'un examen des études se rapportant aux seuils de désagrément et de brouillage du discours. Elles se rapportent à des niveaux acceptables de bruit à l'intérieur équivalent à PBP = 0 pour les chambres, PBP = +5 pour les salles de séjour, à manger et de jeux et PBP = +10 pour les cuisines, salles de bain et autres pièces. La différence de 5 unités entre les deux types de pièces indique qu'il est désirable d'avoir moins de bruit dans certaines pièces, en fonction de leur utilisation et surtout, dans les chambres à coucher.

3) Pour arriver au degré d'insonorisation requis pour chaque élément de construction formant les parois de la pièce, il ne faut faire aucun redressement du chiffre susmentionné lorsqu'il y a un élément, mais ajouter 3 lorsqu'il y a 2 éléments, ajouter 5 lorsqu'il y a 3 éléments et ajouter 6 lorsqu'il y a 4 éléments.

   Ces redressements sont faits parce qu'à mesure que l'on ajoute des éléments à la paroi extérieure d'une pièce, l'efficacité d'insonorisation des éléments s'en trouve réduite. Le chiffre final que l'on obtient est le cœfficient d'isolement acoustique.

Résumé :

Nombre d'éléments formant les parois de la pièce	CIA pour		
	Chambres	Salles de séjour, à manger et de jeux	Cuisines et salles de bain
1 élément	NEF	NEF - 5 = -5	NEF - 10 = -10
2 éléments	NEF + 3	NEF - 5 + 3 = -2	NEF - 10 + 3 = - 7
3 éléments	NEF + 5	NEF - 5 + 5 = 0	NEF - 10 + 5 = - 5
4 éléments	NEF + 6	NEF - 5 + 6 = +1	NEF - 10 + 6 = - 4

Annexe C
Autres exigences relatives à l'aération

Quels que soient les éléments choisis, la différence entre la PBP intérieure et extérieure peut difficilement excéder 20 dB si les fenêtres sont ouvertes pour aérer. Dans les pièces d'habitation dotées d'une fenêtre de 0,3m² (la norme minimale des Normes de construction résidentielle), l'atténuation du bruit est en général de 10 à 20 dB, selon les dimensions et l'ameublement de la pièce. Il est évident que l'on peut encore plus insonoriser si l'on ferme patiellement les fenêtres mais pour les habitations où le CIA est supérieur à 25, les limites de bruit à l'intérieur du tableau C.1 ne peuvent être respectées si les fenêtres sont largement ouvertes. Bien que cela ne pose aucun problème en hiver, en été les fenêtres, doivent rester fermées si l'on a un autre système d'aération. Dans les zones les plus denses du Canada sur le plan de la population, tout système d'aération mécanique doit comprendre un climatiseur pour assurer un confort raisonnable au cours des mois d'été.

L'isolation des bâtiments résidentiels contre le bruit des aéronefs impose le recours à « d'autres formes d'aération » pour les zones où la PBP est égale ou supérieure à 30. En théorie, lorsqu'elle est de 25 à 30, on recommande un autre type d'aération mais ce n'est pas obligatoire. En pratique, les termes « autres formes d'aération » sont normalement interprétés comme la climatisation obligatoire.

Lorsque ce n'est pas indispensable, les constructeurs hésitent parfois à installer l'air climatisé du fait de son coût et de la hausse subséquente du prix de vente ou du loyer de la maison. L'utilisation d'un système de chauffage à air pulsé avec des conduits adaptés à la climatisation doit être encouragée dans ces cas-là. Cela permettra aux futurs occupants de faire installer l'air climatisé par la suite s'ils trouvent que le bruit est trop fort lorsqu'on ouvre les fenêtres pour aérer. Même sans climatisation, un tel système peut donner aussi une bonne ventilation si l'on prend soin de faire déboucher les conduits d'air froid sur l'extérieur et de faire rentrer de l'air frais de l'extérieur. Pour diminuer l'entrée du bruit par le système d'aération, il faut concevoir l'arrivée et la sortie d'air dans cette optique. On peut, par exemple, recouvrir les conduits d'un matériau insonorisant adapté et faire faire au moins un coude de 90° aux tuyaux recouverts.

Tableau C.1 : Critères d'exposition au bruit à l'intérieur (recommandation)

Utilisation de l'espace	CIA max. recommandé à l'intérieur
Chambres	0
Salle de séjour, salle à manger, salle de jeux	5
Cuisine, salle de bain	10

Source : Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment, Note 148 — Recherches sur le bâtiment Révisé en juin 1980

Système minimum de ventilation mécanique pour les chauffages à air pulsé ou à mazout

Le système suivant peut être considéré comme le minimum acceptable pour obtenir une ventilation mécanique.

Éléments

Ce système est composé des éléments suivants :

1. Une bouche d'admission d'air reliant l'extérieur au retour d'air froid (conduit de diamètre min. de 150 mm bien isolé, avec un clapet régulateur).
2. Un ventilateur d'évacuation au plafond-toit ou une installation de rechange complète avec un clapet et des dispositifs anti-bruit. (Capacité de renouvellement de l'air : ¾ du volume à l'heure). Il est recommandé de placer la sortie d'air sur le côté de la maison le moins exposé au bruit.
3. Un calorifère doté d'un ventilateur de circulation deux vitesses.
4. Un clapet manuel situé entre la bouche d'admission d'air et n'importe quelle bouche d'air froid dans le conduit de retour d'air froid principal.

Fonctionnement

Hiver : L'air frais pénètre par la bouche d'admission d'air et remplace l'air perdu par le conduit de cheminée et le ventilateur d'évacuation. L'air est chauffé et distribué grâce au chauffage. Le clapet du retour d'air froid est ouvert. Le ventilateur à deux vitesses placé sur la chaudière assure un fonctionnement permanent. Cela permet à l'air de se renouveler une fois à l'heure.

Été : Le clapet sur le retour d'air froid est fermé. Le ventilateur du chauffage aspire l'air par la bouche d'admission d'air et le fait circuler à travers l'installation de chauffage. L'air vicié sort par le conduit de cheminée et le ventilateur d'évacuation. Pour une chaudière normale dotée d'un ventilateur de circulation, l'air devrait se renouveler environ cinq fois à l'heure. On sait que, lorsque l'été est très chaud, cela peut être insuffisant et il se peut qu'il soit nécessaire d'aérer temporairement en ouvrant les fenêtres.

1 volet d'évacuation

2 boîte d'atténuation du son

3 conduit isolé incliné légèrement vers l'extérieur

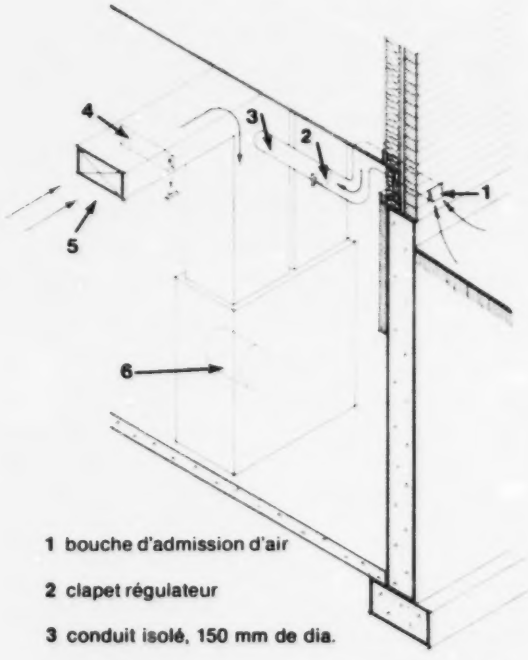
4 raccord souple

5 ventilateur d'évacuation

6 joint

7 amortisseur de son

8 grille de plafond



1 bouche d'admission d'air

2 clapet régulateur

3 conduit isolé, 150 mm de dia.

4 clapet manuel presque fermé en été ouvert en hiver

5 retour d'air froid

6 ventilateur de circulation à deux vitesses

Figure 11. Ventilation mécanique

Annexe D

Redressements au calcul de base du CIA requis

Il est admis que d'autres considérations architecturales peuvent conduire à des conceptions dont les éléments ont des CIA excédant les exigences du tableau 1. Dans ces cas, il est raisonnable d'assouplir les exigences du CIA pour les autres éléments de l'enveloppe du bâtiment. Lorsque le CIA d'un élément dépasse le CIA requis de 10 ou plus, il faudrait refaire le calcul pour les autres éléments avec « le nombre total des éléments » moins un. Cette diminution du nombre d'éléments réduit le CIA des autres. Aucun redressement n'est fait si le CIA d'un élément est moins de 10 points supérieur au niveau exigé.

La considération essentielle dans la conception est d'assurer que l'atténuation totale du bruit par les éléments correspond à la différence souhaitée entre les expositions au bruit à l'intérieur et à l'extérieur. Les valeurs de CIA requises au tableau 1 indiquent *l'isolement acoustique moyen* requis pour le nombre d'éléments formant les parois extérieures de la pièce. Toute déviation du CIA moyen est acceptable à condition que la diminution de l'insonorisation faite par les éléments plus faibles soit compensée par une hausse correspondante de l'atténuation du bruit par les autres. les redressements nécessaires peuvent être calculés simplement à l'aide du tableau D.1, comme le montre l'exemple suivant. (Remarquez que le CIA moyen **n'est pas** la moyenne arithmétique simple des valeurs CIA des éléments.)

Exemple

Voyez le plan d'une chambre à coucher dans une maison située dans une zone où la PBP = 32. La pièce a trois éléments constitutifs dans sa paroi extérieure ; le plafond-toit, le mur extérieur et les fenêtres. D'après le tableau 1, la moyenne requise pour le CIA est de 37. Si d'autres considérations architecturales ont fait choisir un plafond-toit dont le CIA = 50 et un mur extérieur dont le CIA = 43, quel cœfficient est nécessaire pour les fenêtres?

D'après le tableau D1, le plafond-toit dont le CIA est, de 10 points et plus, supérieur à la valeur moyenne requise, est évalué à -30 dans la colonne des trois éléments, c'est-à-dire qu'il transmet 30 pour cent de moins que sa part du bruit total transmis. De même le mur choisi et dont le CIA est de six points supérieur à la valeur moyenne requise, transmet 25 pour cent de moins que sa part. La transmission totale du bruit par ces deux éléments est donc de 55 pour cent inférieure à leur part. Par conséquent, l'élément fenêtre peut transmettre jusqu'à 55 pour cent de plus que sa part du total et que, d'après le tableau D1, son CIA peut être inférieur de 4 points à la valeur moyenne particulière, soit 37 - 4 = 33.

Si la même situation était évaluée avec la méthode établie dans la Section E, les fenêtres devraient avoir un CIA de 35 points (la valeur du tableau 1 pour une chambre avec deux éléments, le plafond-toit étant exclu).

Tableau D1 : Redressement du CIA

CIA d'un élément moins le CIA moyen requis	Nombre total d'éléments 2	3	4	
10 ou plus	-45	-30	-22	
9	-44	-29	-22	
8	-42	-28	-21	
7	-40	-27	-20	
6	-37	-25	-19	
5	-34	-23	-17	Changement
4	-30	-20	-15	de pourcen-
3	-25	-17	-12	tage dans le
2	-18	-12	- 9	total du son
1	-10	- 7	- 5	transmis
0	0	0	0	
-1	13	9	6	
-2	29	20	15	
-3	50	33	25	
-4	76	50	38	
-5	108	72	54	

Feuille de travail pour le tableau D1 : (avec l'exemple)

Projection d'exposition au bruit extérieur 32
Nombre d'éléments 3
Type de pièce ..... Chambre à coucher

CIA moyen requis d'après le tableau 1 — 37

Élément	CIA	CIA moins CIA moyen requis	Augmentation du son transmis
Plafond-toit	50	13 (supérieur à 10)	-30 %
Mur extérieur	43	6	-25 %
Fenêtres	33	-4	50 %
Portes	—	—	— %

Augmentation globale du son total transmis = - 5 %
(somme des colonnes ci-dessus)

Source : Conseil national de recherches
Division des recherches sur le bâtiment
Note 148 — Recherches sur le bâtiment
Révisé en juin 1980

Annexe E
Exemples

Les exemples qui suivent servent à illustrer la façon dont on détermine les éléments de construction d'un bâtiment en vue d'assurer une insonorisation suffisante. Ces exemples s'appliquent à un bungalow, une maison à deux étages, des maisons construites en bandes et un appartement, lesquels sont situés au niveau PBP 35. Ils sont donnés à titre de guide seulement mais permettent de souligner certaines caractéristiques dont il faut tenir compte avec soin en faisant le calcul.

Il faudra noter que les constructeurs et architectes ont le choix entre plusieurs possibilitiés pour répondre aux exigences relatives à l'insonorisation. Toutefois, celles-ci ne sont pas indiquées dans les exemples suivants. Le fait de concevoir des pièces de façon à réduire le nombre d'éléments de construction dans l'enveloppe et le pourcentage de surface de fenêtre par rapport à la surface de plancher, peut permettre d'utiliser des éléments de construction composés de matériaux moins denses. Une étude consciencieuse du problème peut éviter les augmentations du coût et faciliter en même temps la normalisation des éléments de construction. Également, il faut noter que les éléments qui possèdent un cœfficient d'isolement acoustique plus élevé ne sont pas nécessairement les plus onéreux.

En pratique, dans le choix de bon nombre d'éléments utilisés pour la construction d'appartements types, il faut tenir compte du besoin d'assurer la protection contre l'incendie, l'isolation thermique, la résistance au vent, etc., et il peut en résulter que l'on découvre que ces mêmes matériaux procurent un degré suffisant d'isolement acoustique contre les bruits causés par les avions.

1er exemple Un bungalow à 3 chambres

En vue de déterminer les éléments de construction appropriés pour cette habitation, il faut faire séparément les calculs pour la salle à manger, la salle de séjour, la cuisine, les trois chambres, la salle de bain et le sous-sol. Deux caractéristiques de cette maison exigent une attention particulière : la salle de séjour et la salle à manger forment une seule grande pièce et la porte extérieure arrière est adjacente à la porte de la cuisine et de la salle à manger.

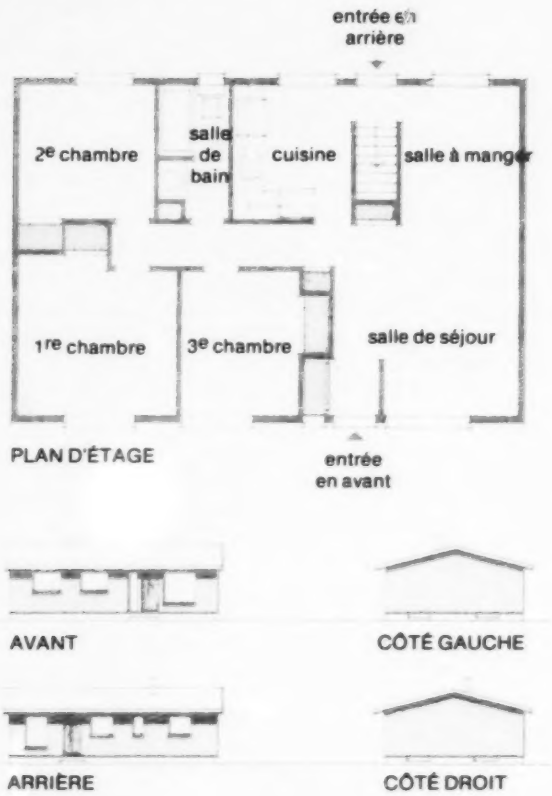


Figure 12. Un bungalow à 3 chambres

Emplacement du bâtiment

35 PBP

Cœfficients d'isolement acoustique

Salle à manger — salle de séjour

Le calcul a été fait pour toute la surface constituant une seule pièce. Les éléments sont :

Premier élément : fenêtres, y compris la fenêtre de la garde-robe de devant.

Deuxième élément : les murs extérieurs mesurés à partir de l'arrière de la garde-robe de devant, jusqu'à la porte arrière.

Troisième élément : le plafond-toit.

Quatrième élément : les portes extérieures à l'avant et à l'arrière.

Nombre total d'éléments = 4.

Voir le tableau : CIA = 36.

Cuisine

Les éléments de construction sont la fenêtre, le mur extérieur, le plafond-toit et la porte extérieure arrière.

Nombre total d'éléments = 4.

Voir le tableau 1 : CIA = 31.

Chambres 1, 2 et 3

Chaque chambre comporte trois éléments de construction — fenêtre, mur extérieur et plafond-toit.

Voir le tableau 1 : CIA = 40.

Salle de bain

Trois éléments de construction — fenêtre, mur extérieur et plafond-toit.

Voir le tableau 1 : CIA = 30.

Sous-sol

Deux éléments de construction — fenêtre et mur extérieur.

Voir le tableau 1 : CIA = 28.

Éléments de construction appropriés

Il est nécessaire à ce stade de calculer les pourcentages de la surface totale des fenêtres, de la surface totale des portes extérieures et de la surface des murs extérieurs exposés (i.e. à l'exclusion des portes et des fenêtres) par rapport à la surface totale de plancher pour chaque pièce. Ces pourcentages sont les suivants :

Pièce	% de la surface des fenêtres par rapport à la surface totale du plancher	% de la surface des murs extérieurs par rapport à la surface totale du plancher	% de la surface des portes extérieures par rapport à la surface totale du plancher
Salle à manger-salle de séjour	26 (1)	110	14 (2)
Cuisine	16	72	26 (3)
Chambre 1	15	134	—
Chambre 2	13	155	—
Chambre 3	22	57	—
Salle de bain	20	77	—
Sous-sol	4	27	—

Remarques : (1) La surface de fenêtre comprend la fenêtre dans la garde-robe de devant.
(2) La surface totale de porte est la surface des portes extérieures avant et arrière.
(3) La surface totale de porte est la surface de la porte extérieure arrière seulement.
En se servant des tableaux A à D, on détermine les éléments de construction appropriés.

Sommaire

Habitation : Un bungalow à trois chambres
Emplacement du bâtiment : PBP 35

Pièce	Salle à manger-salle de séjour	Cuisine	Chambre 1	Chambre 2	Chambre 3	Salle de bain	Sous-sol
Nombre d'éléments de construction	4	4	3	3	3	3	2
Cœfficient d'isolement acoustique (Tableau 1)	36	31	40	40	40	30	28
% de la surface des fenêtres par rapport à la surface du plancher	26	16	15	13	22	20	4
% de la surface du mur extérieur par rapport à la surface du plancher	110	72	134	155	57	77	27
% de la surface de la porte extérieure par rapport à la surface du plancher	14	26	—	—	—	—	—
Éléments de construction appropriés							
Fenêtres (Tableau A)	2(63)2	3 mm	2(100)2	2(80)2	2(125)2	3 mm	2 mm
Murs extérieurs (Tableau B)	EW3	EW1	EW2R	EW3R	EW4	EW1	EW1
Plafond-toit (Tableau C)	C1	C1	C1	C1	C1	C1	—
Portes extérieures (Tableau D)	D2sd	D2sd	—	—	—	—	—

2e exemple Maison individuelle à deux étages et à 4 chambres

Afin de déterminer les éléments de construction pour cette maison, il faut faire séparément les calculs pour la salle à manger, la salle de séjour, la cuisine, les quatre chambres, la salle de bain et le sous-sol. Deux caractéristiques de cette habitation exigent une attention particulière : la salle de séjour et la salle à manger forment une seule pièce et celle-ci a une porte extérieure vitrée plutôt qu'une porte massive.

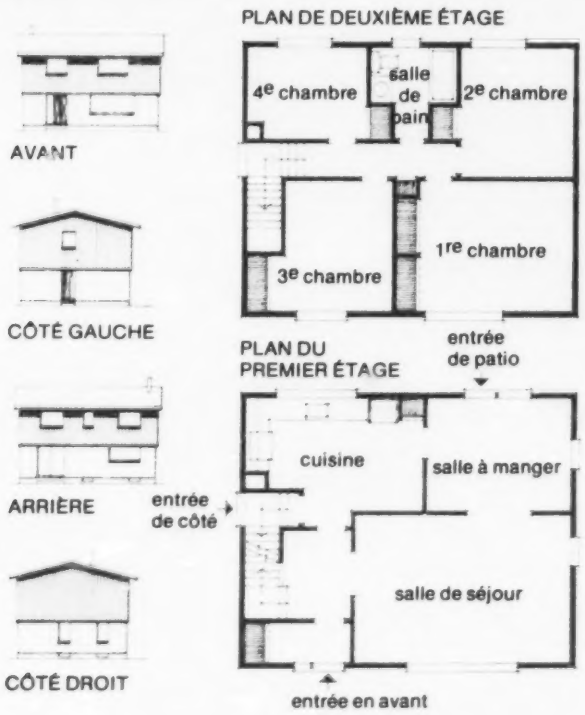


Figure 13. Maison individuelle à deux étages et à 4 chambres

Emplacement du bâtiment

35 PBP

Cœfficients d'isolement acoustique

Salle à manger — salle de séjour

Vu que la porte extérieure située dans la salle à manger est entièrement vitrée, il faut la traiter comme une fenêtre et l'inclure dans le calcul de pourcentage de la surface de fenêtre par rapport à la surface du plancher. La porte d'entrée avant est considérée comme un élément de construction. Il y a trois éléments de construction — la fenêtre, le mur extérieur et la porte extérieure.

Voir le tableau 1 : CIA = 35.

Cuisine

Les éléments de construction sont la fenêtre, le mur extérieur et la porte extérieure (ce dernier élément comprenant la porte de devant et la porte de côté).

Nombre total d'éléments = 3.

Voir le tableau 1 : CIA = 30.

Chambres 1, 2, 3 et 4

Chaque chambre comprend trois éléments — fenêtre, mur extérieur et plafond-toit.

Voir le tableau 1 : CIA = 40.

Salle de bain

On trouve ici trois éléments — fenêtre, mur extérieur et plafond-toit.

Voir le tableau 1 : CIA = 30.

Sous-sol

Il faut retenir ici deux éléments — fenêtre et mur extérieur.

Voir le tableau 1 : CIA = 28.

Éléments de construction appropriés

Il est nécessaire à ce point de calculer les pourcentages de la surface totale des fenêtres, de la surface totale des portes extérieures et de la surface des murs extérieurs exposés (i.e. à l'exclusion des fenêtres et des portes) par rapport à la surface totale du plancher de chaque pièce. Ces pourcentages sont les suivants :

Pièce	% de la surface des fenêtres par rapport à la surface totale du plancher	% de la surface des murs extérieurs par rapport à la surface totale du plancher	% de la surface des portes extérieures par rapport à la surface totale du plancher
Salle à manger-salle de séjour	29 (1)	89	8 (5)
Cuisine	22 (2)	100	23 (6)
Chambre 1	20	100	—
Chambre 2	22 (3)	117	—
Chambre 3	21 (3)	100 (4)	—
Chambre 4	31 (3)	114	—
Salle de bain	22	87	—
Sous-sol	4	20	—

Remarques : (1) La surface des fenêtres comprend la porte extérieure entièrement vitrée de la salle à manger et la petite fenêtre adjacente à la porte extérieure avant.
(2) La surface des fenêtres comprend la petite fenêtre adjacente à la porte extérieure avant.
(3) La surface des fenêtres comprend la fenêtre de l'escalier.
(4) La surface totale des murs extérieurs comprend la surface du mur latéral jusqu'à l'escalier.
(5) La surface de porte est celle de la porte extérieure avant seulement.
(6) La surface de porte est celle des portes extérieures avant et latérale.

À l'aide des données des tableaux A à D, on détermine les éléments appropriés.

Sommaire

Habitation : Une maison individuelle à deux étages et à 4 chambres
Emplacement du bâtiment : 35 PBP

Pièce	Salle à manger-salle de séjour	Cuisine	Chambre 1	Chambre 2	Chambre 3	Chambre 4	Salle de bain	Sous-sol
Nombre d'éléments de construction	3	3	3	3	3	3	3	2
Cœfficient d'isolement acoustique (Tableau 1)	35	30	40	40	40	40	30	28
% de la surface des fenêtres par rapport à la surface du plancher	29	22	20	22	21	31	22	4
% de la surface des murs extérieurs par rapport à la surface du plancher	89	100	100	117	104	114	87	20
% de la surface des portes extérieures par rapport à la surface	8	23	—	—	—	—	—	—
Éléments de construction appropriés								
Fenêtres (Tableau A)	3(50)3	3(6)3	3(100)3	3(100)3	3(100)3	3(150)3	3(6)3	2 mm
Murs extérieurs (Tableau B)	EW3	EW1	EW1R	EW2R	EW1R	EW2R	EW1	EW1
Plafond-toit (Tableau C)	—	—	C1	C1	C1	C1	C1	—
Portes extérieures (Tableau D)	D1sd	D1sd	—	—	—	—	—	—

3e exemple Maison en bande à 3 chambres

Pour déterminer les éléments de construction appropriés à cette habitation, il faut faire séparément les calculs pour la cuisine-salle à manger, la salle de séjour, la salle de bain et les trois chambres. Aucun calcul n'est nécessaire pour le vide technique. Les portes extérieures avant et arrière donnent sur un passage et, aux fins des calculs, chacune entre dans les éléments de la pièce adjacente.

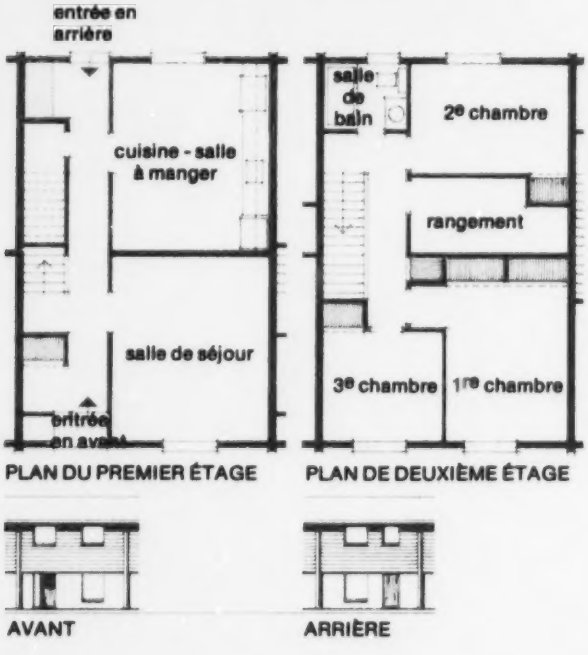


Figure 14. Maison en bande à 3 chambres

Emplacement du bâtiment

35 PBP

Cœfficients d'isolement acoustique

Salle de séjour

Il y a trois éléments à considérer dans cette pièce — la fenêtre, le mur extérieur et la porte extérieure avant.

Voir le tableau 1 : CIA = 35.

Salle à manger-cuisine

Il y a trois éléments à considérer dans cette pièce — la fenêtre, le mur extérieur et la porte extérieure arrière.

Voir le tableau 1 : CIA = 35.

Chambres 1, 2 et 3

Pour chaque chambre, il faut tenir compte de trois éléments — la fenêtre, le mur extérieur et le plafond-toit. Voir le tableau 1 : CIA = 40.

Salle de bain

Il faut tenir compte de trois éléments dans cette pièce — la fenêtre, le mur extérieur et le plafond-toit.

Voir le tableau 1 : CIA = 30.

Éléments de construction appropriés

Il est nécessaire à ce point de calculer le pourcentage de la surface totale des fenêtres, de la surface totale des portes extérieures et de la surface nette des murs extérieurs exposés (i.e. à l'exclusion de la surface des fenêtres et des portes) par rapport à la surface totale du plancher de chaque pièce. Ces pourcentages sont les suivants :

Pièce	% de la surface des fenêtres par rapport à la surface totale du plancher	% de la surface des murs extérieurs par rapport à la surface totale du plancher	% de la surface des portes extérieures par rapport à la surface totale du plancher
Salle de séjour	17	44	11 (1)
Salle à manger-cuisine	18	47	12 (2)
Chambre 1	11	55	—
Chambre 2	13	84	—
Chambre 3	16	72	—
Salle de bain	37	125	—

Remarques : (1) La surface de porte est la surface de la porte extérieure avant seulement.
(2) La surface de porte désigne la surface de la porte extérieure arrière seulement.

En se référant aux tableaux A à D, on détermine les éléments de construction appropriés.

Sommaire

Habitation : Une maison en bande à 3 chambres
Emplacement du bâtiment : 35 PBP

Pièce	Salle de séjour	Salle à manger-cuisine	Chambre 1	Chambre 2	Chambre 3	Salle de bain
Nombre d'éléments de construction	3	3	3	3	3	3
Cœfficient d'isolement acoustique (Tableau 1)	35	35	40	40	40	35
% de la surface des fenêtres par rapport à la surface du plancher	17	18	11	13	16	37
% de la surface des murs extérieurs par rapport à la surface du plancher	44	47	55	84	72	125
% de la surface des portes extérieures par rapport à la surface du plancher	11	12	—	—	—	—
	Éléments de construction appropriés					
Fenêtres (Tableau A)	2(35)2	2(42)2	2(63)2	2(80)2	2(100)2	2(28)2
Murs extérieurs (Tableau B)	EW1	EW2	EW4	EW4	EW4	EW1
Plafond-toit (Tableau C)	—	—	C1	C1	C1	—
Portes extérieures (Tableau D)	D2sd	D2sd	—	—	—	—

4e exemple Appartement à une chambre

Pour déterminer les éléments de construction appropriés pour ce logement, il est nécessaire d'effectuer les calculs pour la salle de séjour et la chambre seulement, considérant que la cuisine et la salle de bain ne sont pas constituées d'éléments de construction extérieurs. Cet appartement situé à l'extrémité du bâtiment et contigu à une cage d'escalier comporte en façade des fenêtres sur toute la largeur de la chambre. La salle de séjour est séparée du balcon par une porte massive.

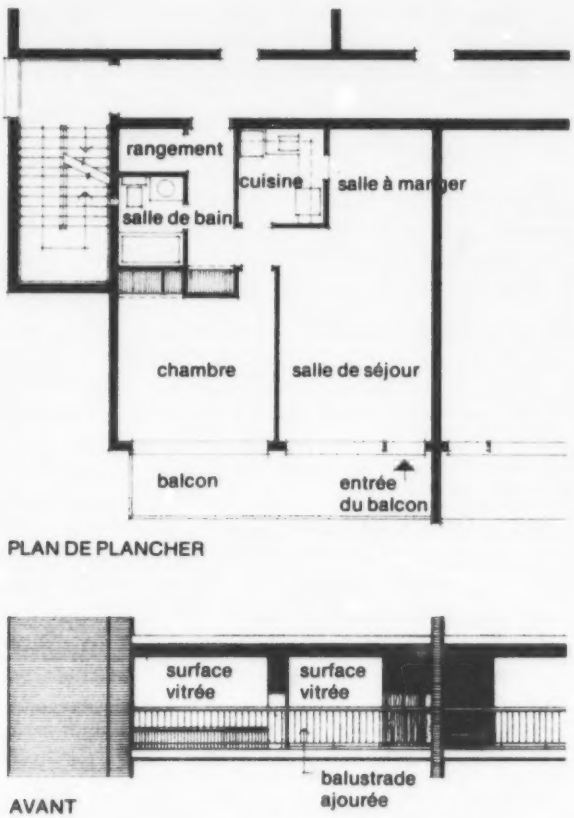


Figure 15. Appartement à une chambre

Emplacement du bâtiment
35 PBP

Cœfficients d'isolement acoustique
Salle de séjour — salle à manger
On y trouve trois éléments :
Premier élément : la fenêtre.
Deuxième élément : le mur extérieur situé au-dessus de la fenêtre et de la porte.
Troisième élément : la porte donnant sur le balcon.
Voir le tableau 1 : CIA = 35.

La chambre
On y trouve deux éléments :
Premier élément : la fenêtre.
Deuxième élément : le mur extérieur mesuré à partir de l'angle contigu à la cage d'escalier jusqu'à la salle de séjour.
Voir le tableau 1 : CIA = 38.

Éléments de construction appropriés
Il est nécessaire à ce stade de calculer les pourcentages de la surface totale des fenêtres, de la surface totale des portes extérieures et de la surface nette des murs extérieurs exposés (i.e. à l'exclusion des portes et des fenêtres) par rapport à la surface totale du plancher pour chaque pièce. Ces pourcentages sont les suivants :

Pièce	% de la surface des fenêtres par rapport à la surface totale du plancher	% de la surface des murs extérieurs par rapport à la surface totale du plancher	% de la surface des portes extérieures par rapport à la surface totale du plancher
Salle de séjour-salle à manger	25	8	8
Chambre	40	55	—

À partir des tableaux A à D, déterminer les éléments de construction appropriés.

Sommaire
Habitation : Appartement à une chambre
Emplacement du bâtiment : 35 PBP

Pièce	Salle de séjour-salle à manger	Chambre 1
Nombre d'éléments de construction	3	2
Cœfficient d'isolement acoustique	35	38
% de la surface des fenêtres par rapport à la surface du plancher	25	40
% de la surface des murs extérieurs par rapport à la surface du plancher	8	55
% de la surface des portes extérieures par rapport à la surface du plancher	8	—
Éléments de construction appropriés		
Fenêtres (Tableau A)	2(50)2	2(150)2
Murs extérieurs (Tableau B)	EW1	EW3
Plafond-toit (Tableau C)	—	—
Portes extérieures (Tableau D)	D1sd	—

Bibliographie

1. American Standards Association. *Individual and Community Reaction to Aircraft Noise: Present Status and Standardization Efforts*. Étude effectuée par W.J. Galloway et H.E. Von Gierke et présentée à l'International Conference on the Reduction of Noise and Disturbance Caused by Civil Aircraft, Londres, novembre 1966.

   Examen des méthodes employées pour évaluer la réaction d'une collectivité au bruit — CBC et NNI. Efforts vers la normalisation.

2. Canada, Transports Canada, Administration canadienne des transports aériens, Division de la planification et des recherches aéronautiques. *A Description of the CNR and NEF Systems for Estimating Aircraft Noise Annoyance*. Rapport n° R-71-20. Ottawa : Administration canadienne des transports aériens, octobre 1971.

   Résumé des explications sur le perfectionnement des techniques à employer pour évaluer le désagrément causé par le bruit à proximité des aéroports. Calculs de base pour dériver les courbes CBC et PBP, et les raisons de préférer les dernières. Lignes de conduite proposées pour la planification d'une utilisation compatible du terrain.

3. Canada, Transports Canada, Administration canadienne des transports aériens. *Utilisation des terrains situés près des aéroports*. Ottawa, décembre 1970. (L'édition révisée publiée en 1972.)

   Lignes de conduite proposées pour une utilisation compatible du terrain à proximité des aéroports, compte tenu du bruit qui peut être produit et de la sécurité des avions. On a utilisé dans ces ouvrages des valeurs CBC pour définir cinq zones.

4. Canada, Conseil national de recherches. *Noise Control in Residential Buildings*. Résumé d'une étude effectuée par T.D. Northwood, H.B. Dickens et A.T. Hansen et présentée au congrès annuel de 1966 de l'Association nationale des constructeurs d'habitations. CNR 9162. Étude technique n° 230 de la Division des recherches sur le bâtiment. Ottawa, Conseil national de recherches, février 1967.

   Une simple introduction à l'acoustique, à la disposition des pièces dans un bâtiment, à la transmission du son d'un côté à l'autre des murs et des planchers, du bruit produit par les systèmes mécaniques.

5. Canada, Conseil national de recherches. *Sound Insulation of some Window Construction* par D. Olynyk. Note technique n° 526, Division des recherches sur le bâtiment, Ottawa, Conseil national de recherches, novembre 1968.

   Un exposé des méthodes employées pour évaluer l'insonorisation des fenêtres vitrées, y compris les constructions composites.

6. Canada, Conseil national de recherches. *Acoustic Insulation Factor: A Rating for the Insulation of Building Against Outdoor Noise* par J.D. Quirt, Note technique n° 148, Division des recherches sur le bâtiment, Ottawa, Conseil national de recherches. Révisé en juin 1980.

   Comprend une discussion sur la base technique du calcul du CIA et de son application à l'isolation contre le bruit du trafic aérien et des avions au sol.

7. Commission d'aménagement du territoire d'Edmonton. *Airport Study*. Edmonton, 1969.

   Guide pour formuler la politique régissant l'emplacement et la réglementation de l'utilisation du terrain des aéroports (pour Edmonton). Exposé général des utilisations compatibles avec les aéroports et de la pollution causée par les avions — air, bruit et écrasements.

8. Grande-Bretagne, Ministry of Science. *Noise, Final Report of the Committee on the Problem of Noise (Wilson Report)*. Cmnd. 2056. Londres : HMSO, juillet 1963, réimprimé en 1968.

Rapport complet sur la façon dont on traite le problème du bruit en Angleterre. Comprend les résultats des études conduisant à la formulation du NNI.

9. Grande-Bretagne, Department of Trade and Industry, Office of Population Censuses and Surveys, Social Survey Division. *Second Survey of Aircraft Noise Annoyance Around London (Heathrow) Airport*, par M.I.L. Research Ltd., Londres : HMSO, 1971.

Recherche sur les changements qui se sont produits depuis l'étude de 1961 (pour le rapport Wilson) comme guide à l'interprétation et à la prédiction du désagrément. Aussi un examen des attitudes à l'égard de l'insonorisation.

10. Kryter, Karl D. *The Effects of Noise on Man*. Academic Press, New York et Londres, 1970. Library of U.S. Congress. Fiche cataloguée n° 74-117112.

Ce manuel détaillé et complet fait l'analyse critique et historique de la documentation pertinente à ce sujet. Porte sur tout type de bruit et sur les réactions subjectives aussi bien auditives que non auditives.

11. Service d'urbanisme de Los Angeles. *Outdoor Noise and the Metropolitan Environment Case Study of Los Angeles with Special Reference to Aircraft*, par M.C. Branch et autres, University of Southern California. Los Angeles, Service d'urbanisme de la Ville, 1970.

Exposé des causes extérieures de la pollution du bruit et des moyens de les enrayer. Recommandations relatives aux degrés maximaux du bruit permis — ainsi qu'aux mesures à prendre à la limite des aéroports et pour les vols au-dessus de l'agglomération urbaine. Analyse raisonnée de la limite d'intensité du bruit des avions en vol.

12. Service des aéroports de Los Angeles. *Guide to the Soundproofing of Existing Homes Against Exterior Noise*, par les chercheurs de Wyle Laboratories : Rapport n° WCR70-2. El Segundo, Californie, Wyle Laboratories, mars 1970.

Techniques et considérations relatives à la réglementation du bruit. Trois degrés d'insonorisation pour divers éléments constituants de construction (des maisons typiques du sud-ouest des É.-U.).

13. Service des aéroports de Los Angeles. *Home Soundproofing Pilot Project*, par les chercheurs de Wyle Laboratories : Rapport n° WCR 70-1. El Segundo, Californie, Wyle Laboratories, mars 1970.

Relevé de la réaction des propriétaires à un isolement acoustique modifié dans 20 maisons. Recommandations au sujet des degrés d'insonorisation requis pour différentes intensités de bruit extérieur.

14. New York City. *Towards a Quieter City*. Rapport du groupe d'étude constitué par le Maire sur la réglementation du bruit. New York, N.Y. Board of Trade, 1970.

Rapport sur tous les aspects du bruit dans la ville, le système auditif humain, des considérations d'ordre législatif, les critères d'intensité du bruit.

15. Ontario, ministère des Affaires municipales. *Aircraft Noise at Toronto International Airport (Malton)*. Toronto, 9 octobre 1969.

Exposé de la politique du ministère sur l'utilisation du terrain à proximité de l'aéroport international de Toronto; on a tenu compte de six zones pour calculer des valeurs CBC.

16. Schandinishky, L. et Schwartz, A. *Life with Aircraft Noise*. Build International, avril 1969, pages 38-40. R.I.B.A., Londres, Angleterre.

Comparaison sommaire de cinq méthodes subjectives pour mesurer l'intensité du bruit. Recommandations relatives aux zones de réglementation de l'utilisation du terrain.

17. Nations Unies, Organisation de l'aviation civile internationale. Rapport de la réunion spéciale sur le bruit des aéronefs au voisinage des aérodromes. Doc. 8857, *Noise* (1969), Montréal OACI, 1969.

Recommandations relatives aux critères de mesure du bruit des aéronefs, à l'évaluation de la tolérance humaine, à la certification acoustique des aéronefs, aux procédures d'atténuation du bruit et au contrôle de l'utilisation des terrains. Définitions et contenu technique substantiel.

18. États-Unis, Department of Health, Education and Welfare. *Airport Noise, Sonic Booms, and Public Health*, par Alexandre Cohen, du Bureau of Occupational Safety and Health, Public Health Service, présenté au cours de la conférence organisée par « The Society of Automotive Engineers on Aircraft and the Environment », février 1971. Extrait de « Part 1 Conference Proceedings ».

Les différents effects nocifs du bruit causé par le trafic aérien dans le voisinage des aéroports sont examinés dans le contexte d'une définition des problèmes relatifs à la santé publique. Bibliographie utile à propos de la santé et du bruit.

19. États-Unis, Department of Housing and Urban Development. *Airborne, Impact and Structure Borne Noise — Control in Multifamily Dwellings*. Préparé pour la Federal Housing Administration par R.D. Berendt, G.E. Winzer et C.B. Burroughs, du National Bureau of Standards. Washington, D.C. Government Printing Office, septembre 1967.

Guide pour les constructeurs, etc., sur les principes de la transmission du son, les façons de contrôler la transmission du bruit dans le calcul des bâtiments, les critères recommandés pour l'insonorisation et les épreuves de transmission du son pour divers éléments de construction.

20. États-Unis, Department of Housing and Urban Development. *Noise Assessment Guidelines*, par Theodore J. Schultz et Nancy M. McMahon, de la maison Bolt, Beranek and Newman, Inc., en vertu du contrat H1498. BBN Report No. 2176, HUD Report TE/NA-171, Washington, D.C., août 1971.

Description d'un procédé grâce auquel des gens sans formation technique pourraient évaluer le degré d'exposition d'un emplacement au bruit produit par les avions, la circulation routière et ferroviaire. La section sur les avions présente une méthode de dériver les courbes approximatives PBP s'il est impossible de les obtenir autrement.

21. États-Unis, Department of Housing and Urban Development. *Noise Assessment Guidelines — Technical Background*, par Theodore J. Schultz, de la maison Bolt, Beranek and Newman, Inc., en vertu du contrat 2005 R. HUD Report No. TE/NA 172. Government Printing Office, 1972.

Ce rapport établit une liste de renvoi et de renseignements techniques pour la publication de « Noise Assessment Guidelines » (HUD Report TE/NA 172). L'auteur fait l'analyse des réactions humaines au bruit, décrit et compare les informations techniques sur les mesures, les évaluations et les contrôles du bruit en milieu urbain. Des procédés sont présentés pour évaluer l'exposition au bruit des terrains bâtis.

22. États-Unis, Department of Housing and Urban Development. *Noise in Urban and Suburban Areas*. Préparé pour la Federal Housing Administration par Bolt, Beranek and Newman, Inc., Washington, D.C. Government Printing House, janvier 1967.

Exposé des sources de bruit autres que les avions. Étude sociologique de la réaction de la collectivité au bruit causé par la circulation aérienne. Essais des propriétés des bâtiments à l'égard de la réduction du bruit.

23. États-Unis, Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Noise Abatement. *Noise Exposure Forecasts, Evolution, Evaluation, Extensions and Land Use Interpretations*. Par William J. Galoway et Dwight E. Bishop. Rapport définitif FAA-NO-70-9 des experts Bolt, Beranek and Newman, Inc., à la FAA en vertu du contrat FA68WA-1900. Washington, D.C., août 1970.

Sommaire de l'évolution des méthodes employées aux É.-U. pour établir une relation entre l'exposition au bruit des avions et la réaction des collectivités, où il est question de CBC et de PBP. Comparaison avec les indices d'exposition et les relevés effectués dans d'autres pays afin de vérifier le choix de zones acceptables pour diverses utilisations du terrain à des valeurs PBP précises et à des équations PBP non moins précises.

24. États-Unis, National Aeronautics and Space Administration, Bio-Technology and Human Research Division. *Community Reaction to Noise*. Rapport définitif des experts Tracor en vertu du contrat de la NASA NASW 1549. Projet Tracor 253-004. Document n° T-70-AU-7454-U : 2 volumes. Austin, Texas, septembre 1970.

Étude du rapport entre les données variables (physiques, psychologiques et sociales) et la réaction des collectivités au bruit, afin de former des équations prévoyant le degré de désagrément et de plaintes. Données recueillies sur place à partir de relevés effectués sous les couloirs de vol de sept aéroports internationaux des É.-U. Comparaison du CBC, du NNI, du PBP.

25. États-Unis, National Aeronautics and Space Administration. *A Study of the Optimum Use of Land Exposed to Aircraft Landing and Takeoff Noise*. Rapport de la NASA CR-410 en vertu du contrat NASI-3697, par Arde, Inc., et Town and City, Inc. Springfield, Virginia : Centre fédéral de renseignements scientifiques et techniques, 1966.

Exposé des pouvoirs appliqués à la réglementation de l'utilisation du terrain aux États-Unis. Dérivé de la documentation : procédé pour calculer le degré d'exposition au bruit (CBC) ; exigences relatives à la réduction du bruit et prix de revient des éléments de construction. Étude d'un cas hypothétique.

26. États-Unis, National Academy of Sciences/ National Academy of Engineering, Environmental Studies Board, *Jamaica Bay and Kennedy Airport — A Multidisciplinary Environmental Study* (volumes I et II), par le Jamaica Bay Environmental Study Group. Washington : National Academy of Sciences, janvier 1971.

Conséquences pour l'environnement pouvant résulter du prolongement des pistes d'envol de l'aéroport Kennedy, à New York, jusque dans Jamaica Bay. Le besoin du transport aérien ; la gestion de la circulation aérienne ; autres utilisations possibles de Jamaica Bay ; les effets de l'aéroport ; la politique régissant le transport urbain.